

1/80 Januar 1980

DM 3,-/sfr 3,50/lfr 54,-/ös 25,-

NiCd-Akkus
Was der Benutzer wissen sollte!

Puzzle-Verstärker
auf dem Prüfstand

Das DVM, das überall paßt
Miniatur-Panel-Meter

Hier trennen sich die Wege
Die Weiche in der Box

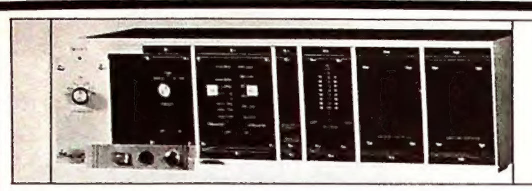
Saft aus Sonne

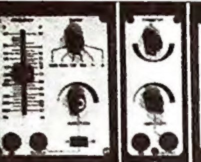
Sunny
Solar-Ladegerät

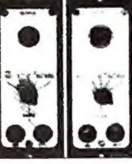
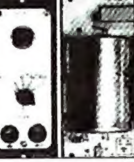
electronic - computer - 

hobby - shop

Kaiserstr. 20 · 5300 Bonn 1
Telefon 0 22 21 / 22 38 90





P.E.-MODULSERIE HI-FI

Eine tolle Serie von Bausätzen mit fest unbegrenzten Möglichkeiten des Ausbaus und vielen technischen Tricks!

50-WATT-VERSTÄRKER

Bauteile Mono einschl. großem Kühlkörper jedoch ohne Netzteil! Für Stereo 2mal erforderlich

Bauteile	DM 56,80
Platine	DM 10,95
Frontplatte silberf. o. schw.	DM 11,15

Netzteil siehe unten

LED-VU-METER

Bauteile Mono lt. P.E. 4	DM 23,00
Platine VU-Meter	DM 9,35
Frontplatte – nimmt 2 Platinen auf, ist also Stereo	DM 11,65
Komplettbausatz VU-Meter für Stereo incl. Platinen und Frontplatte wahlweise schwarz o. silber	DM 83,00

TREMOLO

Bauteile Stereoversion	DM 42,00
Platine Tremolo	DM 13,85
Frontplatte schw./silber	DM 15,35

LESLEY

Bauteile + Platine (Stereo)	DM 8,90
Platine Lesley einzeln	DM 6,35
Frontplatte schw./silber	DM 9,00

BASISBREITE

Ein schöner Effekt und nützliche Einstellmöglichkeit

Bauteile komplett	DM 19,20
Platine Basisbreite	DM 9,10
Frontplatte schw./silber	DM 12,85
Komplettangebot – diese drei Positionen zusammen	DM 37,50

LOUDNESS-FILTER

In Stereo Bauteile kompl.	DM 13,80
Platine Loudness-Filter	DM 9,70
Frontplatte schw./silber	DM 11,00
Komplettangebot Loudness	DM 29,00

RAUSCHFILTER

In Stereo Bauteile kompl.	DM 12,50
Platine Rauschfilter	DM 8,90
Frontplatte schw./silber	DM 11,60
Komplettangebot Rauschfilt.	DM 31,50

HALL-MODUL

Netzteile 12/78
Rumpelfilter 3/79
Mischpult 5/79

MISCHPULT

Mischpult-Grundmodul, für alle vorgesehenen Varianten einsetzbar – jedoch ohne den universellen Vorverstärker, der getrennt bestellt werden kann. Sie zählen die Anzahl der Grundmodule zusammen und dann die Zahl der Vorverstärker, welche auch für alle Möglichkeiten die Bauteile enthalten. Ein Mischpult mit n-Kanälen und 1000 Variationen aus zwei Elementen·

Mischmodul – Bauteile lt. PE 5/79	DM 16,30
Platine	DM 9,95
Frontplatte schwarz o. silber	DM 11,80
universeller Vorverstärker mit Bauteilen für alle Möglichkeiten und Platine	DM 8,90
Platine einzeln	DM 4,25

BALANCE-PANORAMA-REGLER

Bauteile mit Platine	DM 22,50
Platine einzeln	DM 8,30



Puzzle-Verstärker

Das Verstärker-System für jeden Fall. Universeller Aufbau mit stufenweisem Zukauf – auch an schon bestehende Teile von Verstärkern anschließbar, wenn Sie neue Endstufen benötigen – oder wenn Sie einen Vorverstärker zu Ihrem Endverstärker suchen – oder wenn... Hier finden Sie es:

Mono-Endstufe mit 20 W-Sinus-Leistung,

Bauteile lt. PE 4/79	DM 32,90
Platine LV-a	DM 15,90
zusammen nur	DM 46,50
Netzteil – für 2 Kanäle einschließlich Trafo	DM 52,90
Platine LV-c	DM 9,40
Einstellbaustein – Bauteile lt. PE 6/79	DM 29,50
Platine LV-b	DM 19,80
Eingangsbaustein ohne universelle Vorverstärker	DM 39,80
Platine LV-d	DM 28,50
universelle Vorverstärker, Bauteile incl. Platine	DM 8,90

Komplettangebot:
2 Endstufen + Netzteil + Einstellbaustein + Eingangsbaustein mit sämtlichen Bauteilen und Platinen nicht .. DM 272,90
sondern nur .... DM 249,80



SWEEP-Generator

Kompl. Bausatz mit bedrucktem Gehäuse, Platine, Bauteile, Automatik/manuell, durchstimmbar in 2 Stufen, Zeit einstellbar.
Sonderpreis .... DM 175,00

DM-Modul auf dem Stand der Technik

Digital-Meter in wesentlich verbesserter Ausführung.

Bauteile	DM 95,00
Platine DM-q	DM 18,35
Frontplatte DM-Modul	DM 19,50
Komplettpreis nur	DM 129,00
Bauteile DC-Vorsatz	DM 12,90
Platine DM-b	DM 7,85
Frontplatte DC-Volt	DM 9,15
Bauteile Ohm-Vorsatz	DM 19,90
Platine DM-c	DM 7,85
Frontplatte Ohm	DM 10,70
Bauteile Sinusgenerator in Modul-Technik	DM 27,50
Platine SG-a	DM 14,10
Frontplatte Sinus	DM 17,30
Komplettpreis nur	DM 54,00
Bauteile Rechteckformer	DM 16,90
Platine SW-a	DM 7,80
Frontplatte Rechteck	DM 9,15
Komplettpreis nur	DM 33,85

Zur Versorgung der Module in der PE-Mess-Modulserie werden ± 15 V benötigt. Der zugehörige Trafo ist mit 2 × 18 V, je 2A so ausgelegt, daß neben der Versorgung der Module zusätzlich ein regelbares Doppelnetzgerät mit je 0...20 Volt, 1A gespeist werden kann.

Versorung ± 15 Volt, Bauteile einschließlich Trafo	DM 68,50
Platine GV-f	DM 13,70
Doppel-Netzgerät 2 x 0...20 V, Bauteile ohne Trafo (welcher mit obigem Versorgungsteil geliefert wird).	DM 48,50
Platine GV-g	DM 15,90
Frontplatte	DM 17,10

MODULGEHÄUSE

aus Al-Profilen zur Aufnahme der auf die Frontplatten montierten Module – mit Rückwand.

PE-GSA 30 (30 cm breit)	DM 49,00
PE-GSA 50 (50 cm breit)	DM 64,50
50 Gleitmuttern i. Kunstoff	DM 5,90
50 Kreuzschlitzschrauben	DM 2,95
2 m Profilgummi	DM 3,80

✱ DISCO — TIME ✱

LICHT-MISCHPULT

Die Licht-Super-Shwo in IHREM Party-Keller mit den tollen Effekten – zu einem überraschend günstigen Preis!

Leistungskarte zur Ansteuerung von bis zu 6 Lampen – beliebig ausbaufähig!

Bauteile	DM 64,50
Platine LP-a	DM 27,40
Komplettpreis nur	DM 88,90

Taktlicht-Steuereinheit

mit Eigenimpulsen (einstellbare Frequenz), externes Takten, Dimmerbetrieb – Bauteile

nur	DM 22,80
Platine LP-d	DM 23,90

Lichtpult-Zentraleinheit

Bauteile einschl.

IC-Fassungen	DM 19,90
Platine LP-b	DM 22,80

Licht-Mischpult

die drei oben genannten Platinen mit kompl. Bauteilen ..... DM 169,00

Amplitudenlicht und Lauflicht auf Anfrage

Junior Netzteil NEU

mit AL-Frontplatte, Meßgerät f. Strom + Spannung, einschl. Trafo + Platine

	DM 89,50
Platine GV-d	DM 14,70
Frontplatte	DM 11,00
SSQ komplett	DM 167,00
SSQ-Gehäuse	DM 44,00
SSQ-Platine	DM 13,10

30V / 1,5A Netzteil

N-KANAL-LAUFLICHT

Bauteile mit Platine DM 17,95
ab 5 Stück Taster+Schalter+1k gratis
Beliebig viele Lampen lassen sich hier mit als Lauflicht schalten. Später erweitern!

N-KANAL-LICHTORGEL

Bauteile	DM 25,80
Platine hierzu LO-c	DM 8,30

Kanalprint – bei Bestellung bitte die Frequenz angeben; 20Hz nicht lieferbar

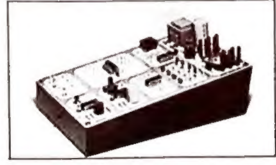
Bauteile	DM 13,50
Platine hierzu, LO-d	DM 5,00

Pausenkanal

Bauteile	DM 13,30
Platine LO-e	DM 5,00

Zusammenstellungen:
ausbaufähige Superlicht-Orgel mit einem Kanal, Bauteile und Platinen aus obengenannter n-Kanal-Lichtorgel

1+1 (Basis + 1 Kanal n. Wahl)	DM 48,50
3+1 (Basis + 3 Kanäle, Frequenz Ihrer Wahl)	DM 65,00
3+1 (Basis + 3 Kanäle, Frequenz Ihrer Wahl + Pausenkanal)	DM 81,80

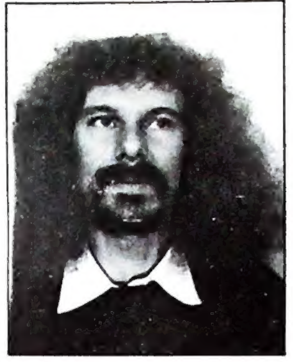


Der T T L Trainer (PE)

Ideal zum Testen von IC's und zum Einarbeiten in die TTL-Technik!

Bauteilsortiment einschl. Trafo, IC-Fassungen, Lötnagel und Steckstifte sowie einige Kabelstücke

nur noch	DM 51,50
Platine TTL-Trainer	DM 29,00
Komplettbausatz mit Bauteilen, Gehäuse Teko P 74, Platine	DM 89,00



Sonnige Zeiten

Wieder einmal, und bestimmt nicht das letzte Mal, das Thema Solarkraft auf dem Titelbild.
Die Umwandlung von Licht in andere Energieformen hat bereits eine über zweihundertjährige Tradition. Im 18. Jahrhundert schon konnte der Schweizer Nicolas de Sanssure mit einer Art Kollektor Wärme erzeugen. Sein „Kollektor" bestand schlichtweg aus einem Holzkasten mit schwarzem Boden und einem Glasdeckel und erzeugte immerhin eine Temperatur von 87 °C. Im 19. Jahrhundert existierten in Frankreich eine solarbetriebene Druckpresse, entwickelt von Abel Pifre, sowie eine 1,5 PS Sonnendampfmaschine, erfunden von Augustin Mouchot, ebenfalls einem Franzosen. In Chile entstand im gleichen Jahrhundert eine mit Sonnenkraft betriebene Meerwasserentsalzungsanlage, die täglich 23.000 Liter Frischwasser erzeugte.
Ein modernes Konzept der Nutzung von Sonnenenergie zeigt das Titelbild: Ein 1 MW Sonnenkraftwerk, das bei Catania auf Sizilien steht und 1980/81 den experimentellen Betrieb aufnehmen wird. Auftraggeber sind die Europäische Gemeinschaft und die an der Erstellung beteiligten Länder BRD, Frankreich und Italien. Das Kraftwerk ist nach dem Turmkonzept gebaut, das heißt, 232 Spiegelplätze („Heliostaten") die insgesamt eine Spiegelfläche von 6200 m^2 bilden, konzentrieren das Sonnenlicht auf die Spitze eines über 50 m hohen Turmes. Dort befindet sich der Receiver, in dem durch die eingestrahlte Sonnenenergie pro Stunde etwa 5 t Dampf von 500 °C und 62 bar erzeugt werden. Mit diesem Dampf wird zur Stromerzeugung die Turbine für den angekoppelten Generator angetrieben. Um die Sonneneinstrahlung voll ausnutzen zu können, werden die Heliostaten computergesteuert dem Sonnenlauf nachgeführt.
Eine weitaus elektronischere Lösung ist die Umwandlung von Licht in elektrische Energie mittels Silizium-Solarzellen. Man darf gespannt sein, ob sich Gerüchte von Preissenkungen bei Solarzellen bewahrheiten werden.
Ein kleiner Vorgeschmack auf zukünftige sonnige Zeiten ist das „P.E.-Solarkraftwerk", ausgerüstet mit Silizium-Solarzellen und angeschlossen an den „Energiespeicher" Nikkel - Cadmium - Akkumulator. Da bleibt nur zu hoffen, daß die Sonne in diesem Jahr häufiger scheint als im letzten!

Ihr

Heiner Jaap

Populäre Elektronik

Jahrgang 5 Heft 1

In dieser Ausgabe

Titelbild
Foto: Frank Taeger, Hamburg; Illustration: MBB, München

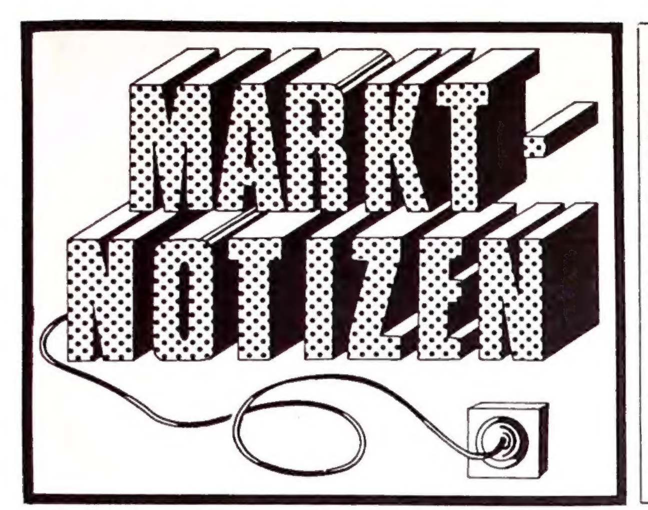
Impressum

Populäre Elektronik erscheint jeweils Mitte des Vormonats im M + P Zeitschriften Verlag GmbH & Co, Steindamm 63, 2000 Hamburg 1
Telefon 040/24 15 51 56
CHEFREDAKTION
Manfred H. Kalsbach
REDAKTION
Jan Palmen
Hilaneh von Kories (Bild)
Sabine Spies (Assistenz)
MITARBEITER
Jörn Abatz, Wolfgang Back
Jens Hahlbrock, Rolf Hansemann
Heiner Jaap, Friedrich Scheel
VERLAGSLEITUNG
Claus Grötzschel

ANZEIGENLEITUNG
Werner Pannes
ANZEIGENVERWALTUNG
M + P Zeitschriften Verlag
Steindamm 63
2000 Hamburg 1
Telefon 040/ 24 15 51-56
Telex MEPS 21 38 63
Zur Zeit ist die Anzeigenpreisliste Nr. 5 gültig
DRUCK
Locher KG, 5000 Köln 30
REPRODUKTION
Alpha Color GmbH Hamburg
VERTRIEB
IPV Inland Presse-Vertrieb GmbH
Wendenstraße 27-29
2000 Hamburg 1, Telefon 040/ 24 861, Telex 2162401
LAYOUT
Susanne Grocholl, Sabine Schwabroh, Irm Wundenberg

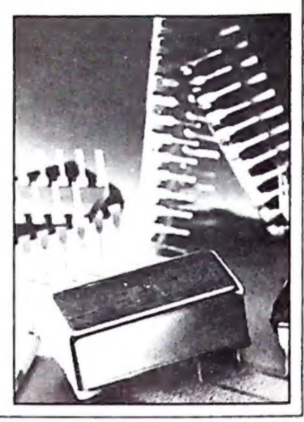
ABONNEMENT
Inl. 12 Ausgaben DM 29,80 inkl. Bezugsgebühren, Ausl. DM 34,80. Best. beim Verlag. Kündigung spätestens 8 Wochen vor Ablauf des Abos.

GERICHTSSTAND
Hamburg
AUSLANDSVERTRETUNGEN
Österreich: Messner Ges. mbH, Liebhartsgasse 1, A-1160 Wien, Telefon 0222/92 54 88, 95 12 65
Schweiz: SMS-Elektronik, Köllikerstr. 121, CH-5014 Gretzenbach, Telefon 064/ 41 23 61



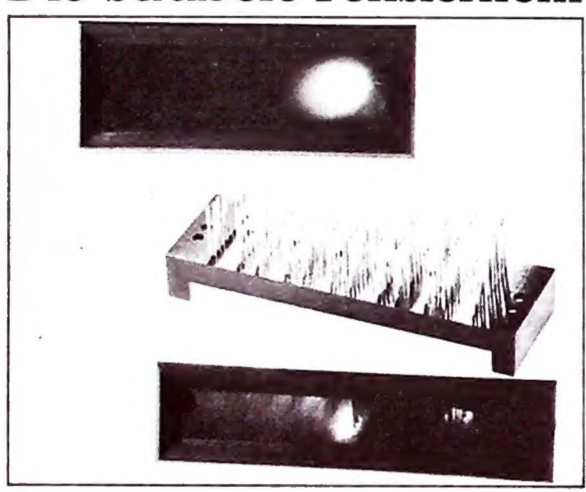
Ganz kleine Relais

Auch die Relais werden immer kleiner und passen sich damit der Miniaturisierung der modernen Elektronikbausteine an. Das neue Kleinrelais D1 hat Außenabmessungen von nur 20 x 10 x 8,2 (L x B x H in mm), bei erstaunlichen Eigenschaften. Es kann Ströme bis zu 1 A und Leistungen von max. 30 VA schalten. Als höchste Schaltspannung sind 150 V zugelassen. Die Spannungsfestigkeit zwischen den Kontakten (bei Wechselspannung) beträgt u_{eff} = 500 V, zwischen Kontakt und Spule 1500 V.



© Foto: Siemens

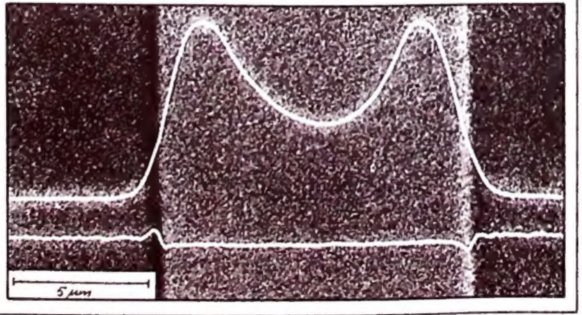
Die saubere Fensterfront



Eines der Probleme, die bei der Herstellung oder Gestaltung eines Gehäuses oft auftreten, ist die saubere Verarbeitung eines Fensters für die Anzeige. Der Durchbruch hat sowieso grundsätzlich die Neigung, nicht exakt rechteckig werden zu wollen, und die Kanten heißen zwar so, kantig sind sie aber nicht.
Ein anderes Problem ist typisch für Schaltungen, die ein Display enthalten. Die Anzeigeelemente erreichen auch mit Fassung nicht die Bauhöhe, die erforderlich wäre, um bei Printmontage der Elemente die ganze Platine flach hinter die Gehäusefront zu montieren (Ausnahme: Wire-Wrap-Fassungen, siehe „Frequenzzähler '79, P.E. Heft 2/79). Deshalb sitzen die Displays meistens auf einem getrennten Print.
Beide Probleme löst jetzt eine Halterung, die für sechs Zifferndisplays vorgesehen ist. Es können, wie es dazu heißt, alle gängigen Siebensegmentanzeigen verwendet werden, wie 3015 F, DL 707, DL 704 oder ähnliche verwendet werden.
Zur Halterung paßt ein Frontrahmen mit 12- oder 25 mm-Fenster mit roter Filterscheibe. Billig ist die Sache allerdings nicht.
Neuerdings gibt es auch „Nur"-Frontrahmen mit integrierter, spiegelfreier roter Filterscheibe, in verschiedenen Größen.
Der gut sortierte Fachhandel bietet diese „Schönheitspflaster" an.

Blick ins Forschungslabor

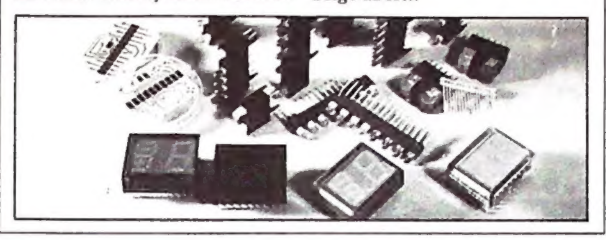
Die modernen Halbleiter-Bauelemente sind aus zwei oder mehr Schichten unterschiedlich dotierten Materials aufgebaut (positive Dotierung = p, negative = n). Die Schichten bilden an ihren Grenzflächen die sog. pn-Übergänge.
Indem man Kontakte auf den p- und n-Schichten anbringt, kann man „von außen", also meßtechnisch, bereits eine Menge über den Halbleiter, insbesondere die Übergänge, in Erfahrung bringen. Der Halbleiterforschung reichen die so gewonnenen Daten und Fakten jedoch nicht. Was läßt sich tun? Kann man gar in den Halbleiter hineinsehen?
Seit längerer Zeit werden zur Untersuchung von pn-Übergängen Messungen mit dem Lichtmikroskop durchgeführt. Die Objekte sind Schrägschliffe der Halbleiter, bei denen die diffusionsdotierten Bereiche „selektiv dekoriert" wurden, d.h. sie werden entweder angeätzt oder elektrochemisch mit einem feinen metallischen Niederschlag versehen. Dabei entstehen jedoch Fehler der „Dekoration" bis zu einigen Zehntel μm.
Solche Fehler sind wegen der schrumpfenden Abmessungen der Halbleiterstrukturen und bei der Entwicklung bestimmter neuer Halbleiter (Short-Channel-Transistoren) nicht mehr tolerierbar.
Das neue Verfahren des induzierten Probenstromes (EBIC = electron beam induced current) liefert am Ort eines senkrecht zur Rasterrichtung eines Elektronenstrahles verlaufenden pn-Überganges ein Strommaximum.
Bei der Messung der Gate-Länge müssen zwei solcher Stromimpulse im Abstand weniger μm aufgelöst werden. Es gelang inzwischen, effektive Gatelängen bis herab zu 1,3 μm mit ausreichender Genauigkeit zu messen.



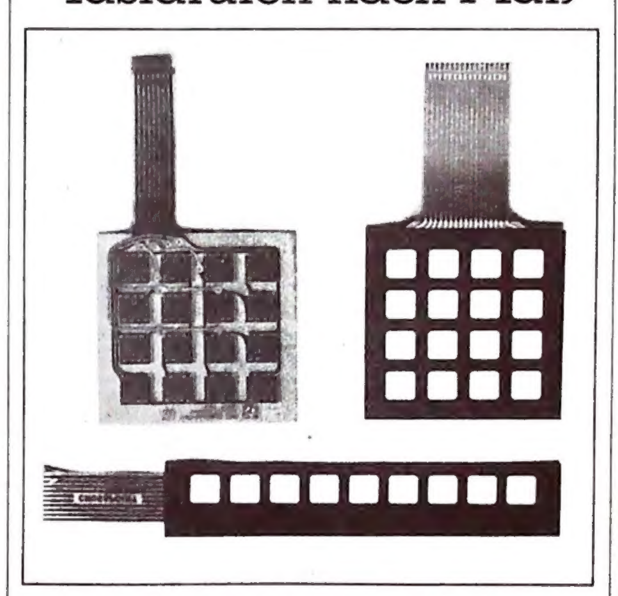
© Foto: AEG/Telefunken

Ganz spezielle Optos

zeigt das Foto unten. Es sind nämlich „kundenspezifische" Opto-Bauelemente, an die der normale Sterbliche nur heran kommt, wenn er in der „richtigen" Firma arbeitet oder wenn Überbestände später auf dem Hobbymarkt landen. In Abwandlung des zynischen Spruchs „...ist zwar zu nichts zu gebrauchen, zeigt aber, was Wissenschaft, Forschung und Technik zu leisten vermögen" könnte man hier sagen: „ Ist zwar leider nicht zu haben, zeigt aber..."



Tastaturen nach Maß



kann man jetzt fertig kaufen, wenn man tief in die Tasche greift. Die neuen Membrantastensätze, die es als 9er-Reihe und in quadratischer 4 x 4-Anordnung gibt, kann man nämlich - wie dazu mitgeteilt wird - zerschneiden und zu beliebigen Anordnungen zusammensetzen.

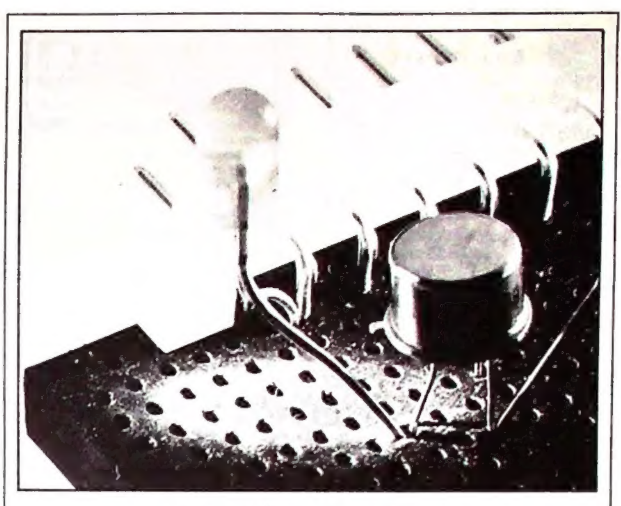
Hier die wichtigsten Eigenschaften und Daten:

Die Tastaturen sind in Matrixschaltung oder mit gemeinsamer Masse und separater Leitung zu jeder Taste lieferbar. Sie sind 2,5 mm stark und lassen sich mit der selbstklebenden Rückseite auf jede Platte mit glatter Oberfläche kleben. Das Ende der flexiblen Mehrfachleitung kann an einen Print oder an einen speziellen Stecker für solche flexiblen Verbindungen angeschlossen werden.

Die Kontaktprellzeit liegt unter 8 Millisekunden, die Lebensdauer bei über 10^6 Schaltungen. Betriebstemperatur max. 50 °C, maximale elektrische Belastung: 50 mA/28 V.

Die Lieferung erfolgt nur über den Fachhandel.

Eldimex GmbH,
Am Wildzaun 21, 6082 Mörf.-Walldorf bei Frankfurt, Tel. 06105/76988



Elektronik auf der Matte

Zum „Aufbau lötfreier Schaltungen" - so der Hersteller - ist das „Elaboard" gedacht. In der Praxis wird man diese Matte, auf der sich elektronische Bauteile tummeln, nur für die erste Phase des Aufbaus verwenden, um Schaltungen oder Schaltungsideen auszuprobieren, also zum Testen und Experimentieren.

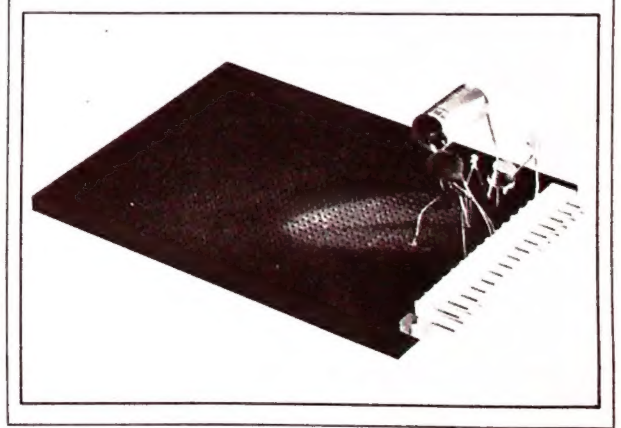
Die Eignung für diesen Zweck wurde bei P.E. untersucht, vor allem in Hinblick auf die Qualität der Verbindungen, denn gute Kontakte vermutet man nur dort, wo ordentlich gelötet oder gesteckt wurde.

Der Test der Testmatte verlief sehr erfreulich, denn auch eine komplexere Schaltung mit zahlreichen ICs funktionierte auf Anhieb.

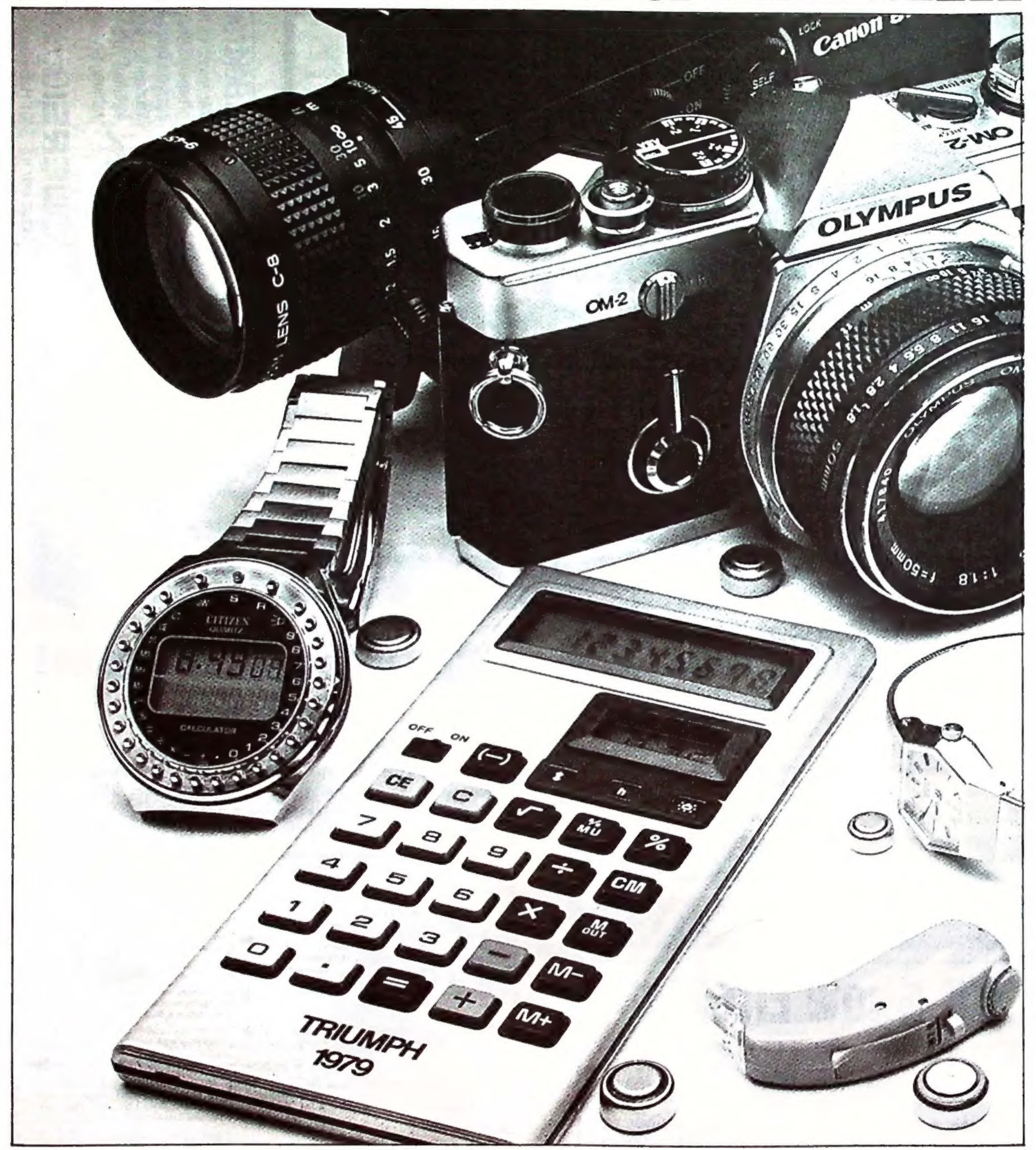
Der Kontakt der gemeinsam in ein Loch gesteckten Anschlußdrähte kommt durch den Anpreßdruck des elastischen Kunststoffmaterials der Matte zustande. Eines der wenigen Probleme: gegurtete Bauelemente tragen an den äußeren Enden der Anschlußdrähte noch Spuren des Gurtklebers, man muß deshalb die Drähte vorher säubern oder die Enden abkneifen.

Technische Daten: Format DIN A 6, Lochraster 2,54 mm, zulässige Spannung zwischen zwei benachbarten Löchern: max. 100 V, Eigenkapazität Null. Steckhäufigkeit: bis 2500 ohne Beeinträchtigung der Funktion.

Das Elaboard gibt es im Fachhandel zum Preis von um oder etwas über DM 20,- Zubehör erleichtert die Arbeit bzw. erweitert die Möglichkeiten.



Nickel und Cadmium



Die Energiespeicher-Kombination

Die meisten elektronischen Kleingeräte werden heute nicht mehr mit Batterien betrieben, sondern mit Nickel-Cadmium-Akkumulatoren. Das ist eine recht bequeme Versorgung: Statt im nächsten Geschäft Batterien zu kaufen, holt man sich den nötigen Strom zuhause aus dem Ladegerät, und schon läuft alles wieder.

Wie funktioniert dieser Energiespeicher? Das Prinzip einer Batterie ist in Bild 1 dargestellt. Es besteht darin, daß zwei Elektroden aus unterschiedlichen Materialien (Metalle oder Metallverbindungen) eine Spannung erzeugen. Die beiden Elektroden sind durch einen wässrigen Elektrolyten miteinander „verbunden". Durch chemische Umwandlung der in den Elektroden enthaltenen Metalle entsteht im Eletrolyten ein Ionenstrom, das heißt, elektrisch geladene Teilchen wandern durch den Elektrolyten von einer Elektrode zur anderen. Dabei verändert sich die Ladung der Elektroden, und der Batteriezelle kann Strom entnommen werden.

Im Nickel-Cadmium-Akkumulator besteht die eine Elektrode im geladenen Zustand aus Cadmium, die andere aus einer Nickelverbindung. Der Elektrolyt ist meist eine verdünnte Kalilauge. Beim Entladen wird das Cadmium in Cadmiumhydroxyd, und die Nickelverbindung in Nickelhydroxyd umgewandelt. Für diese chemische Reaktion läßt sich eine Spannung von 1,299 V errechnen.

Die Nennspannung einer gasdichten Nickel-Cadmium-Zelle beträgt 1,2 V, jedoch kann durch Reihenschaltung von mehreren einzelnen Zellen die Gesamtspannung erhöht werden.

Offene und gasdichte Akkus

Es wird grundsätzlich zwischen offenen und gasdichten Akkumulatoren unterschieden. Der offene Akkumulator – der wohl bekannteste ist die Auto-Batterie – enthält einen flüssigen Elektrolyten. Beim Laden wird das Wasser des Elektrolyten zersetzt, es kommt zu einer Gasentwicklung. Damit die Gase entweichen können, darf der offene Akkumulator – wie schon der Name sagt – nicht fest verschlossen sein. Die Nachteile dieser Bauart liegen auf der Hand: Das bei der Gasentwicklung verbrauchte Wasser muß regelmäßig nachgefüllt werden, und der Akku ist nicht

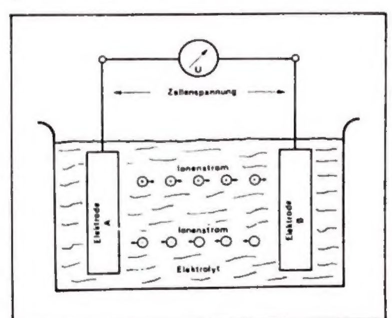


Bild 1. *Nach diesem Schema arbeitet jede Batterie und jeder Akku. Hauptbestandteile: Elektroden und Elektrolyt.*

lageunabhängig, das bedeutet, er muß so eingebaut werden, daß der Elektrolyt nicht auslaufen kann.

Beim gasdichten Akkumulator wurde durch konstruktive Veränderungen erreicht, daß die in der Zelle entstehenden Gase im Akku selbst wieder abgebaut werden. Wichtigste Voraussetzung dafür ist, daß der Akkumulator absolut gasdicht sein muß und daß die Ladevorschriften eingehalten werden. Außerdem ist der Elektrolyt in der Zelle gebunden und kann nicht mehr auslaufen. Dabei erfüllt der „Scheider", der die beiden Elektroden voneinander trennt, so daß sie sich nicht berühren können, die Funktion eines Schwammes, der den Elektrolyten aufsaugt und zwischen den Elektroden festhält. Bild 2 zeigt den Aufbau eines gasdichten Nickel-Cadmium-Akkumulators.

Laden des Akkus

Beim Laden eines Nickel-Cadmium-Akkumulators sind die folgenden vier Punkte nach Möglichkeit zu vermeiden:

1. Laden mit zu hohem ungeregelten Strom;
2. Laden mit Nennströmen bei extrem tiefen Temperaturen;
3. Laden bei verkehrter Polung des Akkumulators;
4. Laden mehrerer Akkumulatoren parallel.

Der erste Punkt führt dazu, daß der Akku unzulässig überladen wird; das heißt der Zelle wird mehr Energie zugeführt, als diese aufnehmen kann.

Eine zu große Überladung ruft in der Zelle eine starke Gasentwicklung hervor, die bleibende Schäden verursacht und dadurch die Lebensdauer des Akkus wesentlich verkürzt. Bei extremer Überladung kann durch den Gasdruck das Gehäuse gesprengt werden. In zylindrischen Zellen verhindert ein Überdruckventil zwar das Explodieren des Gehäuses, jedoch wird durch den Gasaustritt die Zellenbalance verschoben, was zu späteren Ausfällen oder Kapazitätsverlusten führt.

Ein zu hoher Strom kann zum Beispiel fließen, wenn der Akku direkt an einer Spannungsquelle geladen wird. In diesem Fall sollte immer ein Widerstand zwischengeschaltet werden, um den Strom zu begrenzen; aus der Spannungsquelle entsteht durch diese „schaltungstechnische" Maßnahme eine Stromquelle.

Mit welchem Strom soll denn der Akku geladen werden? Für jeden Akku werden Nennströme angegeben, die in der Regel so groß sind, wie der „zehnstündige Strom" (I_{10}). Das ist der Strom, mit dem der Akku zehn Stunden lang entladen werden kann. Mit diesem Nennstrom kann man andererseits den Akku bis zu 14 Stunden laden, ohne Gefahr zu laufen, ihn zu zerstören. Nach dieser Zeit ist vollständige Ladung sichergestellt.

Sollten die Akkus „tiefentladen" sein, was bei rücksichtslosem Dauerbetrieb oder nach längeren Lagerzeiten durchaus vorkommt, kann die Ladedauer von 14 Stunden auf 24 Stunden erhöht werden. Der Ladestrom sollte jedoch auf keinen Fall höher als beim normalen Laden sein.

Kleinere Ladeströme wie etwa ein Zehntel des Nennstromes dürfen unbegrenzt lange durch den Akkumulator fließen, da nur geringe Mengen Gas entstehen, die sofort wieder abgebaut werden. Das spielt eine große Rolle, wenn der Akku zum Beispiel als Puffer eingesetzt werden soll, das heißt, der Akku liegt parallel zu einer Spannungsquelle und wird nur dann entladen, wenn die Versorgungsspannung ausfällt. In der Zwischenzeit wird er stetig mit kleinem Strom geladen, um die Selbstentladung auszugleichen und den Puffer für den Ernstfall vollständig geladen bereitzuhalten.

Aber auch beim Laden mit Nennstrom ist Vorsicht geboten. Sollte die Umgebungstemperatur unter 0°C liegen, kann die Spannung über dem Akku zu groß werden. Die Klemmenspannung sollte jedoch 1,55 V auf keinen Fall übersteigen. Die Folge des Ladens bei tiefen Temperaturen, wie auch der falschen Polung beim Laden, ist eine unkontrollierte Gasentwicklung in der Zelle, die zum gleichen Ergebnis führt wie das Überladen.

Natürlich bietet sich an, zwecks Zeitersparnis mehrere Nickel-Cadmium-Akkumulatoren gleichzeitig zu laden, indem man sie parallel an das Ladegerät anschließt und den Ladestrom entsprechend erhöht. Das ist gefährlich, denn die Ladekennlinien der einzelnen Zellen sind nicht identisch; es be-

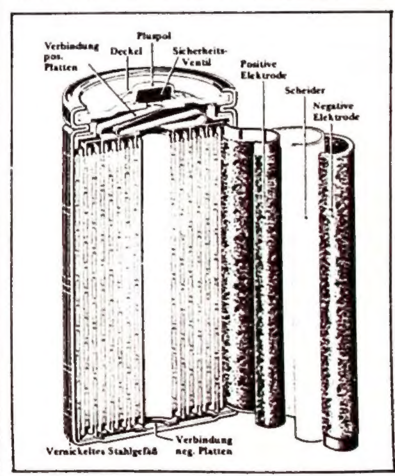


Bild 2. *Schnitt durch eine Akkuzelle. Aus der Zelle herausgerollt sind: pos. Elektrode, Scheider und neg. Elektrode.*

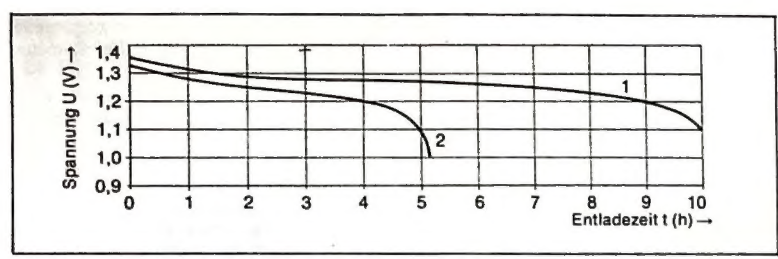


Bild 3. *Die Kurve 1 zeigt den zeitlichen Verlauf der Entladespannung bei Belastung mit dem Nennstrom I_{10}. Das Spannungsverhalten bei doppelter Belastung (2 x I_{10}) läßt sich aus Kurve 2 ersehen. Hier liegt auch die Entladeschlußspannung niedriger.*

steht die Möglichkeit, daß fast der gesamte Strom durch eine einzige Zelle fließt und diese beschädigt. Ist der Strom, den das Ladegerät abgibt, jedoch wesentlich geringer als der Nennstrom, so ist die parallele Ladung zwar möglich, aber sie bietet keine Zeitvorteile mehr. Man könnte dann ebensogut die einzelnen Akkus nacheinander laden, was etwa genauso lange dauern würde.

Reihenschaltung der Zellen ist jedoch ohne weiteres möglich, wenn das Ladegerät eine entsprechend hohe Spannung abgibt.

Entladen und Kapazität

Die Entladung eines Nickel-Cadmium-Akkumulators vollzieht sich nach der Kurve im Bild 3. Darin ist die erste Kurve bei einer Entladung mit dem „zehnstündigen Strom“ und die zweite bei doppelter Stromstärke gemessen worden. Aus diesen Kurven ist ein großer Vorteil der Nickel-Cadmium-Akkumulatoren zu ersehen: Die Akkuspannung sinkt beim Entladen relativ langsam. Erst gegen Ende der Entladezeit fällt die Spannung rapide ab.

Der Spannungswert am Ende der Entladekurven wird Entladeschlußspannung genannt. Sie ist abhängig von der Höhe des Entladestroms und liegt in der Regel 230...330 mV niedriger als die Batteriespannung bei zehn Prozent Entladung.

Wichtig für den Gebrauch von NiCd-Akkus ist auch die Berechnung der nötigen Kapazität. Angenommen eine Glühlampe mit den Werten 1,5 V/100 mA soll fünf Stunden an einem Akku betrieben werden, welche Kapazität muß dann der Akku besitzen?

Das läßt sich folgendermaßen ausrechnen: Die Kapazität (mit der Einheit Amperestunden, abgekürzt Ah) ist gleich Entladestrom (gemessen in Ampere, = A) mal Entladezeit (in Stunden, = h). Im Beispiel der Glühlampe müßte der Akku demnach eine Kapazität von 500 mA haben.

Selbstentladung

Auch wenn ein geladener NiCd-Akku nicht durch einen Verbraucher entladen wird, verringern sich seine Ruhespannung und die entnehmnbare Kapazität: Der Akku entlädt sich selbst durch chemische Veränderungen innerhalb der Zelle. Diese Form der Entladung ist beträchtlich und nicht zu vernachlässigen. So sind die meisten zylindrischen Akkus bei einer Temperatur von 20°C schon nach vier Monaten leer (Bild 4). Knopfzellen hingegen haben sich erst nach zwei Jahren selbst entladen. Dabei vollzieht sich die Selbstentladung um so langsamer, je niedriger die Umgebungstemperatur während der Lagerung ist.

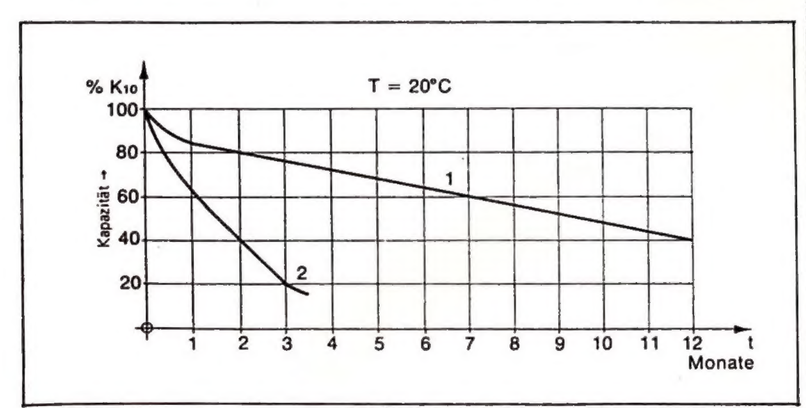


Bild 4. *Selbstentladung von gasdichten Nickel-Cadmium-Akkumulatoren. Knopfzellen (1) halten ihre Kapazität um ein Vielfaches länger als zylindrische Zellen, die mit Sinterelektroden aufgebaut sind.*

Lebensdauer

Ein weiterer erwähnenswerter Punkt ist die Lebensdauer von Nickel-Cadmium-Akkumulatoren. Diese hängt nicht vom Alter des Akkus ab, sondern entscheidend von den Betriebsbedingungen, denen er unterliegt. So ist es ein Unterschied, ob der Akku dauernd geladen wird oder laufend einen Lade- und Entladezyklus durchmachen muß. Ausserdem kann man nicht sagen, daß die Zelle von einem bestimmten Zeitpunkt an nicht mehr funktioniert. Vielmehr äußert sich der Alterungsprozeß darin, daß ihre Kapazität ständig abnimmt. Werden die Zellen ständig mit Strömen geladen, die zwischen einem Zehntel und der Hälfte des zehnstündigen Stromes liegen (0,1 x I_{10}...0,5 x I_{10}), so ist nach etwa fünf Jahren mit einem Kapazitätsrückgang von 30...40% zu rechnen.

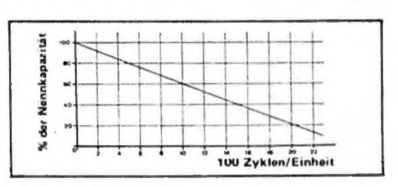


Bild 5. *Prinzipieller Kapazitätsverlauf in Prozent der Nennkapazität, abhängig von der Anzahl der Zyklen (s. Text).*

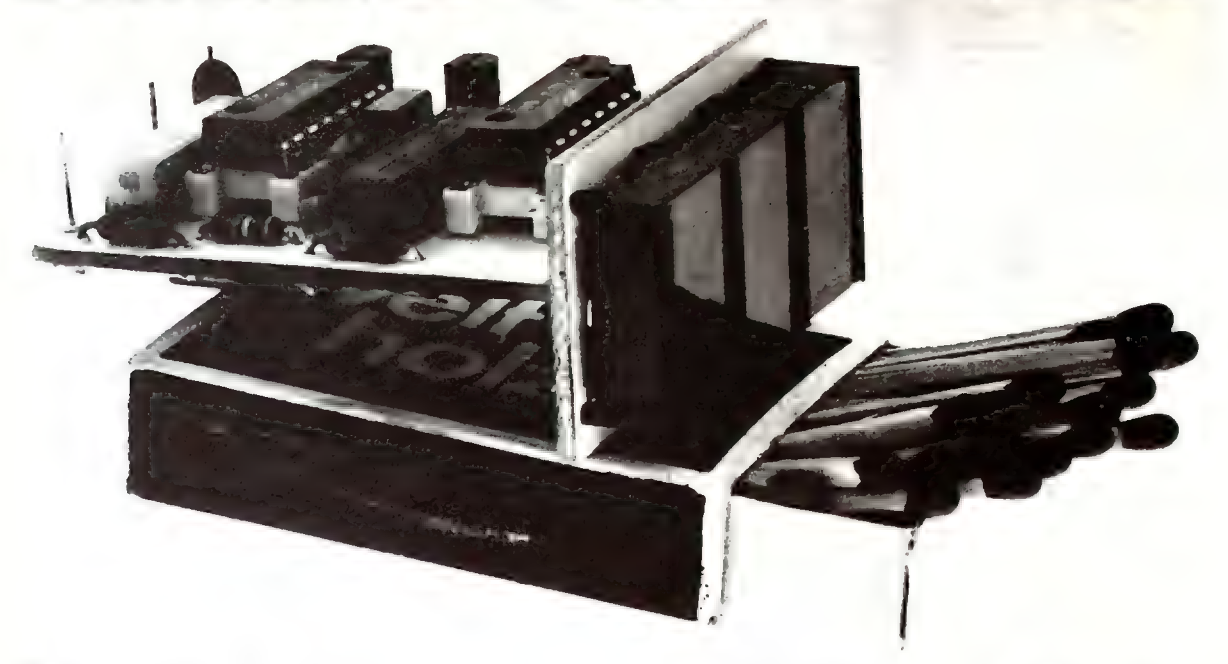
Ein Beispiel für Zyklenbetrieb ist in Bild 5 dargestellt. Es wird dabei von Lade- und Entladezyklen ausgegangen, in denen die Zelle jeweils um 62,5% entladen und danach wieder voll aufgeladen wird. Nach 2000 Zyklen sind noch 60% der Nennkapazität vorhanden.

Wenn allerdings Vollzyklen mit 100% Entladung und mit nachfolgender Vollladung zugrunde gelegt werden, verringert sich die Anzahl der Zyklen beträchtlich. Es sollte also das vollständige Entladen möglichst vermieden werden, da sonst die Lebensdauer der Akkus sinkt.

Schrottplatz statt Mülltonne

Zum Schluß noch ein Tip für aktive Umweltschützer: Gasdichte Nickel-Cadmium-Akkumulatoren enthalten Materialien, wie zum Beispiel Cadmium oder seine Verbindungen, die bei mechanischer Zerstörung der Zellen frei werden und Gesundheitsschäden hervorrufen können. Deshalb sollten unbrauchbar gewordene Zellen nicht einfach im Hausmüll verschwinden, sondern als Metallschrott verwertet werden.

Miniatur-Panel-Meter



Digital messen - an Ort und Stelle

Die IC-Technik hat gerade in der letzten Zeit enorme Fortschritte auf dem Gebiet der Analog-Digital-Wandlung gemacht. So ist es mittlerweile möglich, aus wenigen Einzelkomponenten ein komplettes digital anzeigendes Voltmeter zu bauen. Aufgrund des enormen Preisrückgangs der Wandler-ICs können die so erstellten Voltmeter durchaus in Konkurrenz zu ihren analog anzeigenden „Kollegen" treten. Es gibt zwar nach wie vor Gebiete, die ausschließlich den „Analogen" vorbehalten bleiben, z.B. die schnell zu erfassende Tendenzanzeige, aber als Absolutwertmeßgerät stellt die digitale Lösung eine echte Alternative dar, zumal die Genauigkeit und vor allem die Auflösung des Meßwertes in der Regel um Größenordnungen höher liegen. Bevorzugte Anwendungen für Digitalvoltmeter sind daher Anzeigen in Netzgeräten und, versehen mit entsprechenden Wandlern, auch Anzeigen nichtelektrischer Größen wie Temperatur, Gewicht, Druck, pH-Wert etc.

Das seit ca. einem Jahr auf dem Markt befindliche IC CA 3162 ist ein „Dual-Slope-Wandler" für dreistellige Anzeigen mit dem Grundbereich +999 mV bis -99 mV. Es benötigt für die AD-Umsetzung nur wenige externe Komponenten und verfügt über einen Multiplex-BCD-Ausgang, mit dem über einen nachgeschalteten Dekoder-Ziffernitreiber die Anzeige gesteuert wird. Die geringe Zahl der zusätzlich benötigten Teile und das 16 Pin-Gehäuse gestatten einen Aufbau auf sehr kleinem Raum, so daß sich ein solches Instrument leicht gegen vorhandene Zeigergeräte austauschen läßt. Für Kompaktnetzgeräte wurde zusätzlich eine Platine entwickelt, mit der kleine monolithische LED-Anzeigen zu betreiben sind. Das geringe Ausmaß dieses Displays erlaubt z.B. ein Anbringen in unmittelbarer Nähe des Einstellknopfes bei Netzgeräten und ermöglicht so die komfortable Darstellung der eingestellten Werte von Ausgangsspannung und Strom. Die „On Card" Stabilisierung der benötigten +5V mit dem 7805 (IC1) erleichtert eine Anpassung an vorhandene Versorgungsspannungen und hält den zusätzlichen Aufwand in Grenzen.

Die Schaltung

Vor den extrem hochohmigen Eingang des AD-Wandlers ist ein Filter aus R1 = 1 M-Ohm und C5 = 1 nF geschaltet (Bild 1). Mit dem Spannungsteiler R2 und R3 im Eingang kann man den Meßbereich einfach an beliebige Eingangsspannungen anpassen. Der 50 k-Trimmer R5 dient zum Nullabgleich und der 10 k-Einsteller R6 legt den Skalenfaktor fest.

Ein 0,22 µF-Folienkondensator C4 ist der Integrationskondensator des Systems und eigentlich das einzige zur AD-Umsetzung nötige externe Bauteil.

Der Rest, wie Takterzeugung, Referenzspannung, Ablaufsteuerung etc., befindet sich im Chip. Die Wandlungsrate liegt bei vier Messungen pro Sekunde, und das Ergebnis steht im BCD-Code zur Verfügung, der in einem

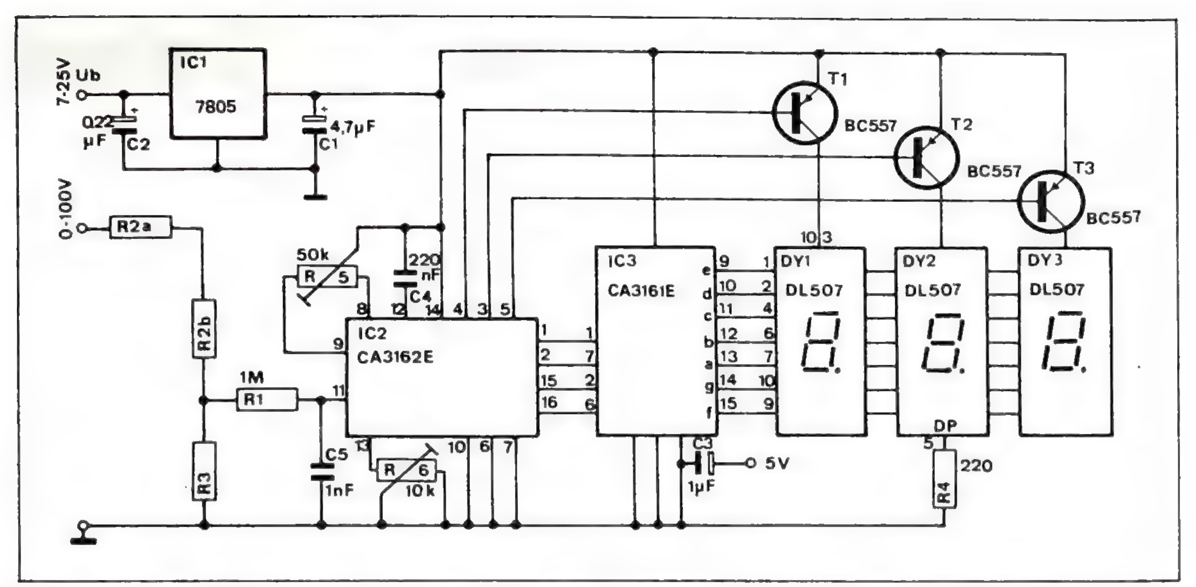


Bild 1. *Das Gesamtschaltbild für die DPM-Version mit großen Ziffernanzeigen. Das Poti R5 dient zum Nullabgleich, R6 zum kalibrieren des angezeigten Spannungswertes. Die Werte für R2a, R2b und R3 stehen in der Tabelle auf Seite 16.*

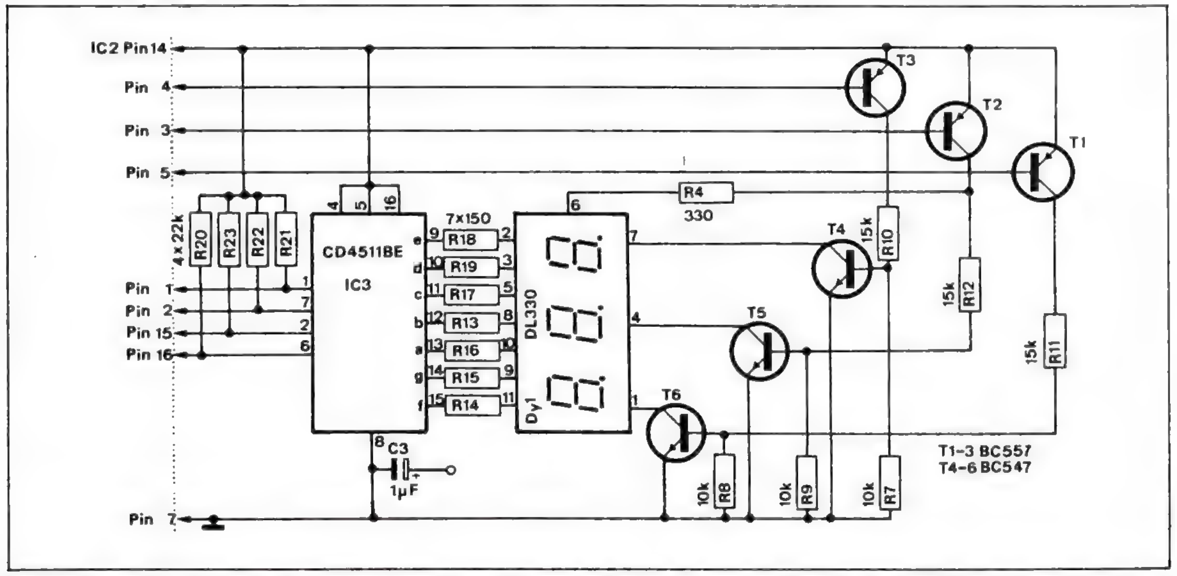


Bild 2. *Beim DPM mit monolithischer Anzeige wird der rechte Teil der Gesamtschaltung in Bild 1 (T1...T3, Dy1...Dy2, R4) durch diese Schaltung ersetzt. R4 wird nicht an Masse, sondern an den entsprechenden PNP-Transistor angeschlossen.*

zweiten IC zur Display-Steuerung aufbereitet wird.

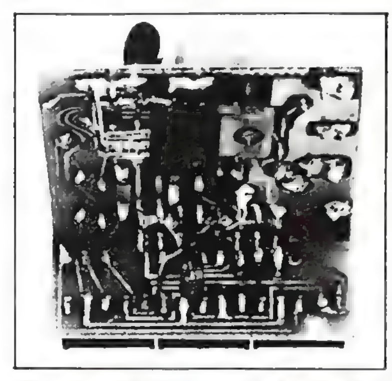
Mit zusätzlichen PNP-Transistoren werden die Anoden der drei Ziffernanzeigen im Multiplex-Verfahren gesteuert.

Der Dekoder-Baustein CA 3161 ist speziell auf den Wandler CA 3162 abgestimmt und signalisiert mit „EEE" positiven Überlauf und mit „---" negative Bereichsgrenze. Eine weitere Besonderheit sind seine Segment-Stromquellenausgänge, die Begrenzungswiderstände in den Leitungen zu den Ziffer-Segmenten überflüssig machen. Ansonsten ist er funktionsgleich mit dem IC 74247, jedoch bei erheblich geringerem Eigenstrombedarf. So benötigt das gesamte DPM (Digital Panel Meter) in der Version mit monolithischer Anzeige ca. 80 mA; mit den großen Ziffern sind es ca. 50...160 mA, je nach angezeigtem Wert.

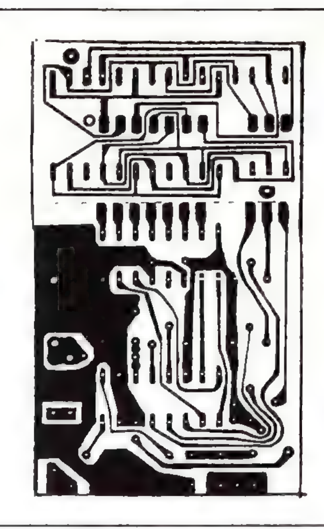
Die Schaltung mit monolithischer Anzeige sieht etwas anders aus. Die Beschaltung des CA 3162 bleibt zwar so, wie im Gesamtschaltbild (Bild 1) dargestellt, aber die nachfolgende Ansteuerung der Ziffernanzeige wurde wie in Bild 2 geändert. Das Display DL 330 hat gemeinsame Kathoden. Daher muß das Multiplex-Signal invertiert werden. Hierzu sind den PNP-Transistoren T1...T3 noch NPN-Transitoren T4...T6 nachgeschaltet. Ferner bedarf es eines anderen Dekoders, nämlich des CD 4511 BE oder 74C48, mit R20...R23 als TTL auf C-MOS Anpassung, und es müssen Segmentwiderstände eingefügt werden, um den Strom für die DL 330 auf wenige Milliampere zu begrenzen.

Im Bereich der Anzeige für die Meß-

bereichsgrenzen hat sich ebenfalls einiges verändert. Wird das IC 74C48 verwendet, leuchten bei negativer Überschreitung die Segmente d, e und g, bei positivem Überlauf die Segmente c, d und g. Das IC CD 4511 BE steuert in beiden Fällen die gesamte Anzeige dunkel.







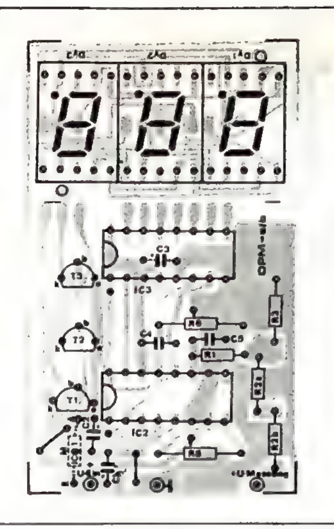


Bild 3. *Print und Bestückungsplan für das DPM mit großen Anzeigen. IC1 und C3 werden auf der Leiterbahnseite bestückt, ebenso der im Bestückungsplan nicht eingezeichnete Dp-Widerstand R4.*

Der Dezimalpunkt

Bei den großen Anzeigen ist die Dezimalpunkteinblendung leicht, da man nur den entsprechenden Dp-Anschluß über R4 = 220 Ohm mit Masse verbindet. Beim DL 330 Display sind jedoch alle Dp-Anschlüsse gemeinsam auf einen Pin gelegt. Würde man hier über R4= 330 Ohm direkt mit +5 V verbinden, so leuchteten alle Kommastellen kontinuierlich. Es darf also nur dann „+" anliegen, wenn die entsprechende Ziffernstelle der Anzeige gerade über ihren NPN-Transistor an Masse liegt. Der zugehörige PNP-Transtor liefert aber gerade zur gleichen Zeit positives Potential. Man stellt also im Bedarfsfall mit R4 vom Kollektor des entsprechenden PNP-Transistors die Verbindung zum Dp-Anschluß der DL 330 her, und der Strom für den Dezimalpunkt ist gesichert.

Nachbauhinweise

Die unterschiedlichen Aufbauten sind auf den Fotos dokumentiert. Die gedrängte Anordnung der Bauteile braucht eine sehr feine Leiterbahnführung auf dem Print, was wiederum sehr sorgfältiges und sauberes Arbeiten beim Bestücken und Löten erfordert.
So ist es an vielen Stellen unumgänglich, die Bahnen zwischen den IC-Anschlüssen durchzuführen. Hier empfiehlt sich, beim Löten neben einer feinen Lötkolbenspitze auch eine ruhige Hand zu haben, um keine ungewollten „Lötkleckse" zu produzieren, die nachher die Arbeitsweise in Frage stellen.
Der Print für die große Anzeige ist zunächst noch am Stück, wie aus Bild 3 ersichtlich ist. Er muß also erst einmal an der gestrichelten Linie aufgetrennt werden. Dies geschieht am besten mit einer feinen Metallsäge. Die Bohrungen sollten durchweg nicht größer als 0,6...0,7 mm ϕ ausfallen, um die Leiterbahnen nicht zu zerstören. Nur bei den Cermet-Trimmern, dem 5 V-Regler und den Lötstiften bedarf es etwas dickerer Löcher.
Damit die Betätigung von R5 nicht gestört wird, muß C2 (0,22 μF Tantalperle) „abgeknickt" montiert sein.
Beim Einsetzen der Ziffernanzeigen ist darauf zu achten, daß sie richtig herum aufgebaut werden, was bei der DL 507 Schwierigkeiten bereiten kann, da sie sowohl unten links, als auch oben rechts einen Dezimalpunkt besitzt. Als Kennzeichen dient hier ein Farbpunkt auf der oberen Fläche des Gehäuses.
Sind bei Teilprints fertig bestückt und gelötet, werden sie senkrecht zueinander an den korrespondierenden Lötflächen verbunden. Hierbei ist sorgsam auf ungewollte Lötbrücken zu achten. Am besten beginnt man mit dem Vorverzinnen eines, aber wirklich nur eines äußeren Anschlusses auf beiden Prints. Es liegen dabei die Displays nach unten flach auf dem Tisch, und der Hauptprint wird senkrecht auf die vorgesehenen Anschlüsse gehalten. Die vorverzinnten Flächen sind dann gleichzeitig mit dem Lötkolben zu erhitzen und zu verbinden. Ein ge-

Stückliste 1

DPM mit großer Ziffernanzeige

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 5%

R1 = M-Ohm
R2a, R2b, R3 siehe Tabelle
R4 = 220 Ohm
R5 = 50 k-Ohm Spindeltrimmer, RM 12,5/2,5
R6 = 10 k-Ohm Spindeltrimmer RM 12,5/2,5, oder 12,5/5

KONDENSATOREN

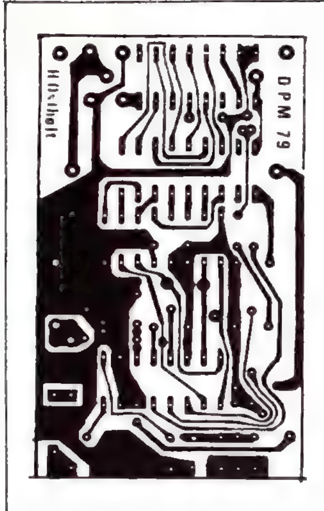
C1 = 4,7μF/35 V, Tantalperle
C2 = 0,22μF...1μF/35 V, Tantal
C3 = 1μF/35 V, Tantalperle
C4 = 0,22μF/63 V, MKS 2, RM 5
C5 = 1 nF, ker. Scheibe, RM 5

HALBLEITER

T1, T2, T3 = BC 557 B oder äquiv.
IC1 = 7805, i. TO-220 Geh.
IC2 = CA 3162
IC3 = CA 3161
Dy 1...Dy3 = DL 507 o. TIL 701

SONSTIGES

2 x IC-Fassungen, 16 pol.DIL
3 x Lötstifte, RTM
3 x Steckschuhe RF
1 x Print nach Bild 3



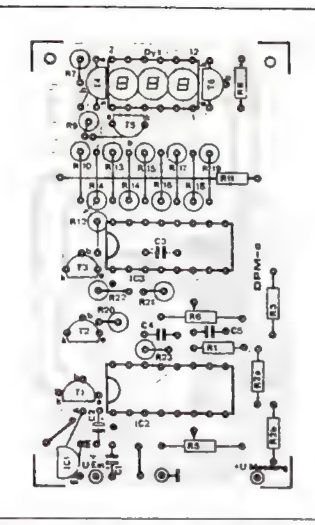
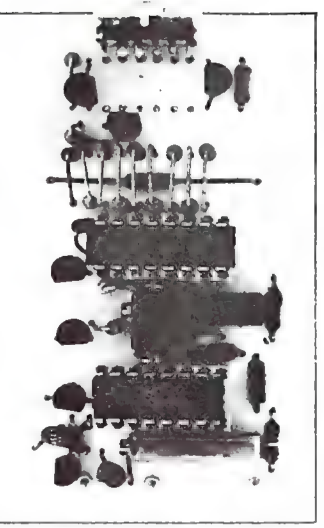



Bild 4. *Print und Bestückung des DPM mit monolithischer Anzeige. Der Dp-Widerstand R4 wird zwar von oben bestückt, muß aber auf der Leiterbahnseite mit dem Dp-Anschluß und dem gewünschten Transistor verbunden werden.*

naues Ausrichten und Fixieren während dieses Vorganges ist wichtig, damit alle 10 Lötflächen anschließend ohne Kurzschluß paßgerecht verlötet werden können.
Dieser etwas mühsamen Arbeit folgt das Anbringen des 5 V-Reglers und der 1 µF-Tantalperle auf der Kupferseite. Zum Schluß wird R4, ebenfalls auf der Leiterbahnseite, zwischen Masse und dem gewünschten Dp-Anschluß „frei verdrahtet".
Jetzt steht dem elektrischen Test nichts mehr im Wege, und ist dieser erfolgreich, so kann man noch zur sicheren Verbindung der beiden Prints die Nahtstelle durch etwas Kleber unterstützen.

Der Aufbau der monolithischen Version — Bild 4 zeigt Print und Bestükkungsplan — ist nicht ganz so kritisch. Soll das Display direkt am Print montiert werden, so winkelt man die oberen Anschlüsse der DL 330 um ca. 90° nach unten ab und steckt diese dann von der Bestückungsseite her in die vorderen Bohrungen des Prints.

Stückliste 2

DPM mit monolithischer Anzeige

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 5%

R1,R5,R6 = siehe Stückliste 1
R2a,R2b,R3 = siehe Tabelle
R4 = 330 Ohm
R7,R8,R9 = 10 k-Ohm
R10,R11,R12 = 15 k-Ohm
R13...R19 = 150 Ohm
R20...R23 = 22 k-Ohm

KONDENSATOREN

siehe Stückliste 1

HALBLEITER

T1,T2,T3 = siehe Stückliste 1
T4,T5,T6 = BC 547 B oder äquiv.
IC1,IC2 = siehe Stückliste 1
IC3 = CD 4511 BE oder 74C48
Dy1 = DL 330 M,DL 33 oder DL 430 M, monolithische dreistellige Ziffernanzeige

SONSTIGES

siehe Stückliste 1, außer:
1 x Print nach Bild 4

Widerstand / Spannungsmessung / Strommessung

	1V	10V	100V	1mA	10mA	100mA	1A	10A
R2a	*Drahtbrücke*	*909k*	*909k*	*Drahtbrücke*	*Drahtbrücke*	*Drahtbrücke*	*Drahtbrücke*	*Drahtbrücke*
R2b	*Drahtbrücke*	*Drahtbrücke*	*82,5k*	*Drahtbrücke*	*Drahtbrücke*	*Drahtbrücke*	*Drahtbrücke*	*Drahtbrücke*
R3	*entfällt*	*100k*	*10k*	*entfällt*	*entfällt*	*entfällt*	*entfällt*	*entfällt*
Rx	*entfällt*	*entfällt*	*entfällt*	*1k*	*100*	*10*	*1/1W*	*0,1/10W*

Die Widerstände 1 Ohm und 0,1 Ohm sind Drahtwiderstände, alle anderen sind Metallfilmwiderstände 1/3 W, 1% Toleranz.

Widerstandstabelle. *R2a, R2b und R3 bilden den Eingangsspannungsteiler für die Spannungsmessung. Rx ist der jeweils nötige Meßshunt für die Strommessung, falls das DPM nicht in ein Netzteil eingebaut werden soll oder der vorhandene Shuntwiderstand des Netzgerätes nicht benutzt werden kann.*

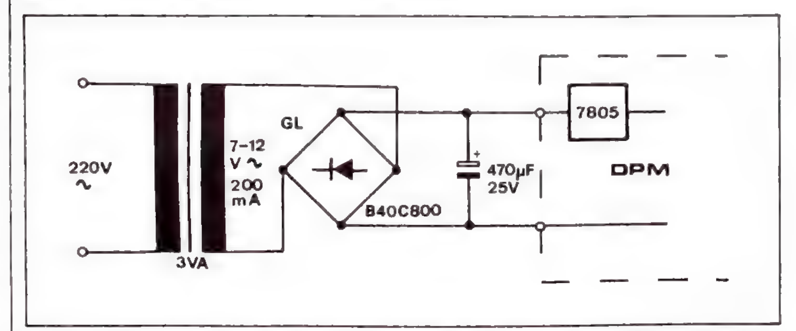


Bild 5. *Schaltung für eine separate Versorgung des Miniatur-Panel-Meters. Der 5 V-Regler 7805 ist auf dem Print vorgesehen.*

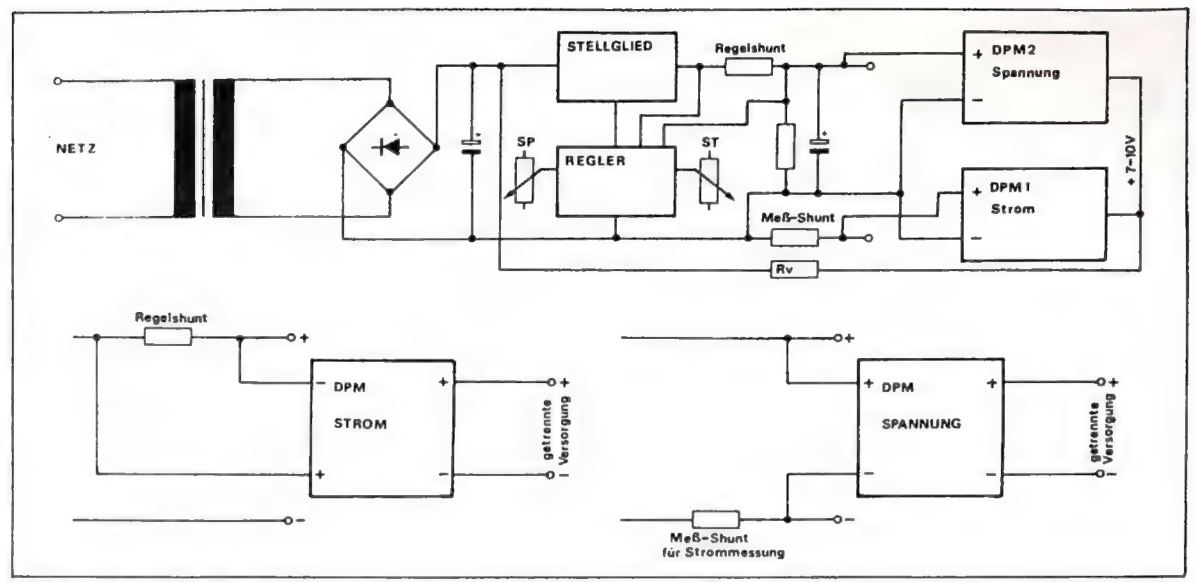


Bild 6 und 7. *Oben die Situation, in der die DPMs sowohl bei Spannungs-, als auch bei Strommessung aus dem Netzteil mitgespeist werden können. Unten muß in beiden Fällen separat versorgt werden.*

Die freien unteren Anschlüsse werden auf der Kupferseite durch kurze Drahtbrücken mit den vorgesehenen Lötanschlüssen verbunden.
R4 stellt auch hier die entsprechende Dp-Verbindung her. Ebenso ist C3 kupferseitig angeordnet, während man den 5 V-Regler, so es sich um die L-Ausführung handelt, liegend auf der Bestückungsseite anbringt. Wird ein TO-220 Gehäuse vorgezogen, muß der Regler nach wie vor auf der Kupferseite montiert sein.

Einbau

Soll das DPM aus vorhandenen Geräteversorgungen mitgespeist werden, so ist zu beachten, daß der Meßeingang gegen Masse arbeitet. Der gesamte Schaltungsnullpunkt muß daher mit dem zu messenden Nullpotential identisch sein. Bei Spannungsmessungen klappt das in der Regel. Ist man sich hierüber nicht im klaren, so empfiehlt sich eine separate Versorung des DPM, bestehend aus kleinem Trafo, Brückengleichrichter und Glättungselko, wie in Bild 5 dargestellt.
Bei Strommessungen muß man überwiegend separat versorgen, da es kaum gelingt, die DPM-Masse mit der Netzteilmasse gleichzumachen, es sei denn, man benutzt einen zusätzlichen Meßshunt in der Minusleitung und läßt den Spannungsabfall hierüber unberücksichtigt.
Bild 6 dokumentiert die Möglichkeit der Spannungs- und Strommessung mit Versorgung aus dem Netzteil, in Bild 7 ist dargestellt, in welchen Fällen eine eigene Speisung unbedingt nötig ist.
Will man in einem Netzteil mit Strombegrenzung den Strom anzeigen, so kann der Spannungsabfall am vorhandenen Shuntwiderstand gemessen werden. In den wenigsten Fällen wird hier genau 100 mV/A abfallen, sondern vielleicht nur 89 oder 112 mV. Den Versatz gleicht man dann am 10 k-Trimmer, der für den Skalenfaktor zuständig ist, aus. Häufig fließt auch schon ein geringer Ruhestrom innerhalb des Netzteils, der bei unbelastetem Ausgang die Stabilität der Regelschaltung garantiert. Soll dieser nicht mit in die Anzeige eingehen, stellt man am 50 k-Trimmer den entsprechenden Nullversatz ein, um bei von außen unbelastetem Netzteil auch Nullanzeige zu erhalten.
Mit den beiden behandelten DPMs sollte es jedem möglich sein, vorhande Geräte leicht mit einer digitalen Anzeige aufzuwerten. In kritischen Fällen mit wenig Einbauplatz ist es sogar möglich, die Anzeigen beider Versionen jeweils über 11 Drähte zu verbinden,



Pin-Belegung DL 330 M

Pin	Funktion
1	*Kathode 1*
2	*Anode E*
3	*Anode D*
4	*Kathode 2*
5	*Anode C*
6	*Anode Dp*
7	*Kathode 3*
8	*Anode B*
9	*Anode G*
10	*Anode A*
11	*Anode F*
12	*kein Pin*

Die monolithische Anzeige hat zur Kennzeichnung unten an der Frontseite zwei Kerben, oben eine. Pin 1...6 liegen unten, Pin 7...12 oben.

um den Hauptprint an anderer Stelle im Gehäuse unterzubringen. Gedacht ist hier etwa an die Erweiterung beim ±20 V-Netzteil der Meßmodulserie. Bei Plus/Minus-Netzgeräten ist die Polarität gegenüber Masse u.U. etwas verzwickt, so daß man besser gleich zusätzliche Speisung vornimmt. Für die größere Anzeige stellt beispielsweise die „SSQ", in P.E.-Kreisen eine bekannte Universalversorgung, ein geeignetes Umrüstobjekt dar.
Bei der Darstellung nichtelektrischer Größen hilft der auf dem Print vorgesehene Platz für die Aufteilung des Eingangsspannungsteilers auf mehrere Widerstände, um auch an „krumme" Spannungen anzupassen, so daß hier dem Anwender keine Grenzen gesetzt sind.

Eine undurchsichtige Sache durchsichtig gemacht: Nebel



© Foto: Repco Ltd/Stefan Vetter

Pink Floyd; Emerson, Lake und Palmer; Nazareth... diese Liste ließe sich endlos fortsetzen. Aus der Bühnenshow all dieser Bands sind die wabernden Nebelschwaden nicht fortzudenken. Auch in Diskos, ob fest oder mobil, hat der Nebel inzwischen seinen Stammplatz.
Will der neugierige Konzertbesucher aber wissen, was das für ein merkwürdiges „Zeug" ist, sind erschöpfende Antworten selten. Wen soll man bei einem Konzert auch fragen?
Dabei ist diese Art von Wettermachen ganz einfach: Man nehme etwas kleingekloppes Trockeneis, einen Eimer heißes Wasser (min. 60 ^{0}C), bringe beides zusammen und richte einen farbigen Scheinwerfer drauf - fertig ist die Show.

In Physik aufgepaßt?

Trockeneis ist nichts anderes als CO_2, besser bekannt als Kohlensäure. Es hat in festem Aggregatzustand (Eis) eine Temperatur von -78,5 ^{0}C und eine Dichte von 1,5 kg/dm^3. Im gasförmigen Zustand ist die Dichte wesentlich geringer, nämlich 1,8 kg/m^3. Wenn wir das Eis mit Hilfe des heißen Wassers dazu überreden, den Aggregatzustand von fest in gasförmig zu wechseln, passiert eine recht heftige Reaktion. Da das Volumen sich schnell stark erhöht und das entstehende Gas leichter als Wasser ist, verläßt das Gas das Wasser fluchtartig und reißt dabei feinste Wassertröpfchen mit.
Die sehen wir als Nebel. Da das CO_2-Gas ca. 1,5mal so schwer ist wie Luft, kriecht der Nebel so schön über den Bühnenboden.

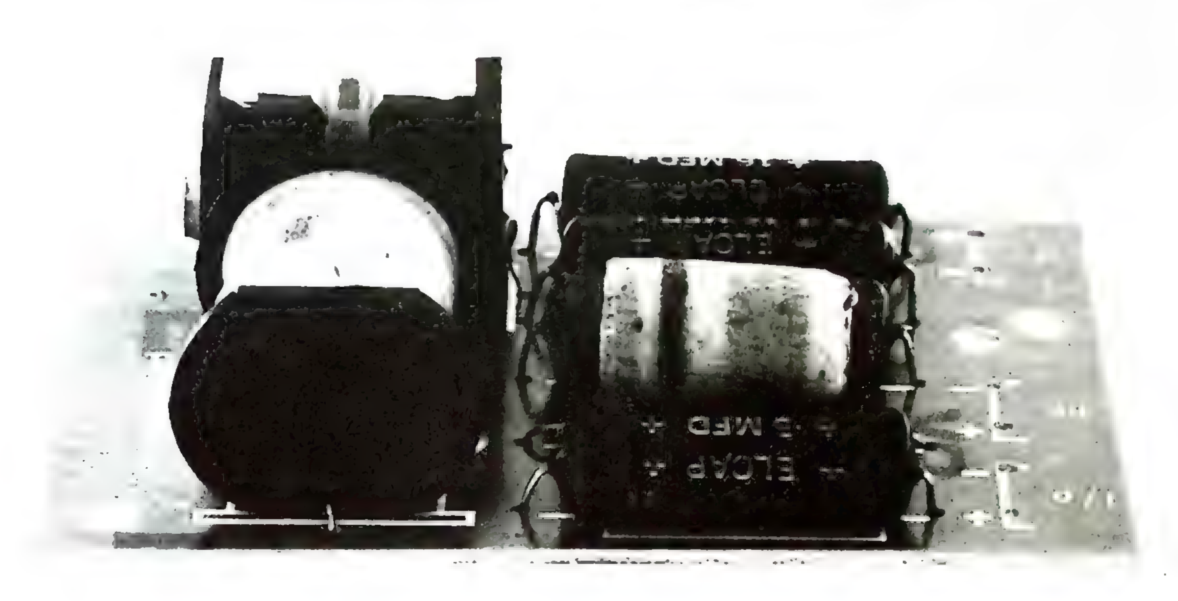
Sicher ist sicher

Hier wird auch gleich ein Gefahrenpunkt sichtbar. Da das CO_2 schwerer als Luft ist, geht der Sauerstoffgehalt in Bodennähe gegen Null. Dies ist ein Problem beim Einsatz großer Mengen Trockeneis in schlecht belüfteten Räumen.
Ansonsten ist nicht mal mit Geruchsbe-

Fortsetzung auf Seite 44

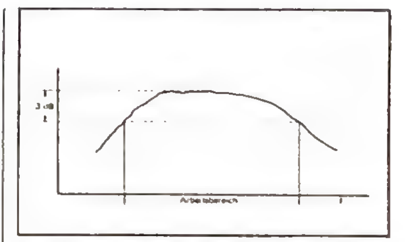
Jedem das seine

Das Wozu und Wie der Frequenzweichen in Lautsprecherboxen



Selbst die besten und größten Lautsprecher können nicht den gesamten NF-Bereich wiedergeben. Auch die Verwendung von speziellen Breitbandlautsprechern, selbst solcher mit mechanischen Frequenzweichen wie Hochtonkegeln, kann höhere Ansprüche nicht befriedigen. Deshalb verwendet man sogenannte Zwei- bzw. Dreiwegsysteme, in denen jedem Lautsprecher „seine" Portion des Frequenzkuchens über eine Frequenzweiche zugeteilt wird. Selbstverständlich müssen die Daten der Lautsprecher und die der Bauelemente in der Weiche in bestimmter Weise aufeinander abgestimmt sein, und es ist erforderlich, auch die Steuerquelle, nämlich den Ausgang des Verstärkers, in die Betrachtung einzubeziehen.
In diesem Artikel geht es in sehr populärer Darstellung um das Thema „Mehrwegsysteme."

Man unterscheidet zwischen aktiven und passiven Frequenzweichen. Die passiven sind die bei weitem preiswerteren, sie bestehen aus einem Netzwerk von Induktivitäten (Spulen) und Kapazitäten (Kondensatoren) und werden in fast allen Zwei- und Dreiwegesystemen verwendet.
Die aktiven Frequenzweichen verwenden ebenfalls Netzwerke zur Aufteilung des Übertragungsbereiches, jedoch bevorzugt man hier RC-Glieder (statt LC-Glieder wie in den passiven Weichen). Die RC-Netzwerke haben geringere Verzerrungen.
In der aktiven Frequenzweiche liegen die Netzwerke vor dem Endverstärker, genauer: vor den Endverstärkern, denn für jeden Frequenzbereich ist nun ein separater Endverstärker erforderlich, der „seinen" Lautsprecher steuert. Die Leistungsverstärker selbst haben im allgemeinen einen „geraden" (linearen) Frequenzgang, wie der übliche „einzelne" Verstärker. Hier wird also verständlich, daß der Aufwand sehr groß ist und man wesentlich preiswerter mit passiven Frequenzweichen arbeitet.
Allerdings können passive Hochlastweichen für hochwertige Lautsprecher auch sehr teuer sein, so enthält z.B. eine Wei-



Der Lautsprecher sollte nur innerhalb des -3 dB-Bereiches betrieben werden, deshalb muß bei der Konstruktion einer hochwertigen Box die Schalldruckkurve vorliegen.

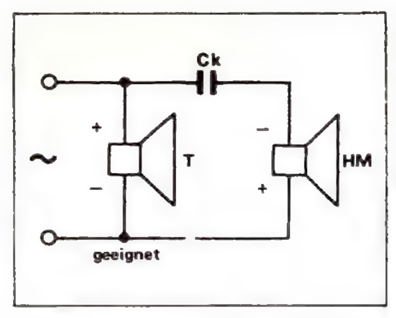


Bild 1. *Die einfachste Form einer brauchbaren Frequenzweiche: ein Kondensator.*

che für einen Hornlautsprecher in einem Dreiwegsystem 11 (!) kg Kupfer. Bei solchen Bedingungen wird der Techniker, der hohe Ansprüche stellt, vorzugsweise aktiv fahren.
Man könnte zunächst vermuten, das einfachste sei, Lautsprecher so zu konstruieren, daß sie sich aus dem gesamten Frequenzangebot den Teil „herausgreifen", den sie abstrahlen können. Eine solche Konstruktionsweise führt jedoch zu solch großen Problemen, daß dieser Weg in der Praxis nie ernsthaft in Angriff genommen wurde.

Die passive Frequenzweiche

Die passive Frequenzweiche besteht in ihrer einfachsten Form aus einem Kondensator oder aus einer Spule. In Bild 1 liegt der Tieftonlautsprecher unmittelbar am Verstärkerausgang; der rechte Lautsprecher ist ein Mittelhochtöner, sein Steuersignal kommt vom Verstärker über den Kondensator C_k, der nur den oberen Teil des NF-Bereiches überträgt. Der Kondensator bildet zusammen mit der Impedanz (Wechselstromwiderstand) des Lautsprechers HM einen sogenannten Hochpaß.
Bild 2 zeigt das Gegenstück, einen Tiefpaß; der Tieftöner T bekommt sein Steuersignal über die Induktivität L_k, während der Mittelhochtöner HM unmittelbar am Verstärkerausgang liegt. Das ist natürlich nur Theorie, praktisch würde beim Betrieb der Hochtöner zerstört, weil er gegen die energiereichen Baßfrequenzen nicht „abgeschirmt" ist. In allen Schaltbildern dieses Beitrags finden sich die Hinweise „empfehlenswert" oder „nicht empfehlenswert". Was hat es damit auf sich?
Jeder der zahllosen Endverstärker, die es zu kaufen gibt oder zum Nachbau beschrieben wurden, hat es am liebsten, wenn seine Last ein „ohmscher" Widerstand ist. Induktive oder kapazitive Lasten können dazu führen, daß der Verstärker ins Schwingen gerät; man spricht dann davon, daß der Verstärker „instabil" wird. Die Spule in einem Lautsprecher ist ein ohmscher Widerstand mit einem induktiven Anteil. Man kann sich also vorstellen, daß es im Hinblick auf stabiles Verhalten des Verstärkers nicht dasselbe ist, ob ein Lautsprecher induktiv oder kapazitiv an den Verstärker gekoppelt ist. Daher die unterschiedlichen Empfehlungen zu den Frequenzweichen, allerdings wurden bei dieser Klassifizierung auch andere Gesichtspunkte berücksichtigt.
Die in Bild 1 und 2 angegebenen Weichen sind nicht sehr wirkungsvoll. Im ersten Beispiel wird dem Tieftöner auch der höherfrequente Anteil zugeführt, der aber von diesem Lautsprecher gar nicht abgestrahlt werden kann. Fügt man beide Bauelemente – Kondensator und Spule – zusammen, so entsteht eine vollständige Weiche.
Bild 3 zeigt, daß es für die Zusammenschaltung zwei Möglichkeiten gibt; links sind die beiden Lautsprecher in Reihe geschaltet, rechts liegen sie – über ihre frequenzabhängigen „Vorwiderstände" – parallel.
In der Serienschaltung werden die niederfrequenten Signalanteile über die Spule L am Hochmitteltöner vorbei auf den Tieftöner geleitet, Kondensator C ist für die hohen Frequenzen hochohmig. Der höherfrequente Steuerstrom fließt über C zum Hochmitteltöner, die Spule läßt die hohen Frequenzen praktisch

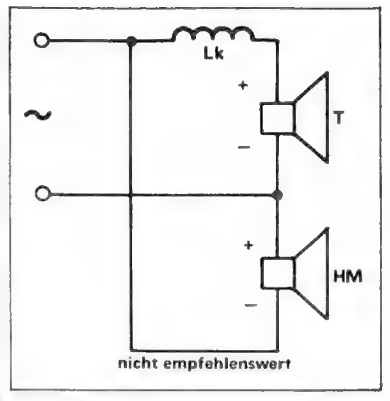


Bild 2. *Diese Weiche ist ebenfalls sehr einfach, aber nicht empfehlenswert.*

nicht durch.
Frequenzweichen nach Bild 3 haben einen Abfall der Übertragungskurve von 6 dB pro Oktave. Dieser Wert bezieht sich auf die Steilheit, mit der die Übertragungskurven für die Hochmittel- und Tieftonteile abfallen. Im Idealfall wären sowohl der Hochpaßteil als auch der Tiefpaßteil der Weiche bis zu der – durch die Dimensionierung von L und C gegebenen – Übergangsfrequenz linear, und genau im Punkt dieser Übergangsfrequenz müßte die Übertragung „schlagartig" enden. Dies würde bedeuten, daß z. B. der Tieftonlautsprecher alle niederfrequenten Signalanteile ohne Abschwächung bis zu der gewählten Übergangsfrequenz erhält, oberhalb dieser Frequenz jedoch nichts mehr.
Solche Weichen lassen sich mit einfachen Mitteln, insbesondere mit passiven Bauteilen, nicht konstruieren, aber es ist möglich, wie noch gezeigt wird, die Steilheit der Weiche wesentlich zu erhöhen, so daß man dem Ideal recht nahe kommt.
Welche Kapazitäts- und Induktivitätswerte die Bauelemente in der Weiche haben müssen, hängt nicht nur von der vorgesehenen Übergangsfrequenz ab, sondern auch von der Lautsprecherim-

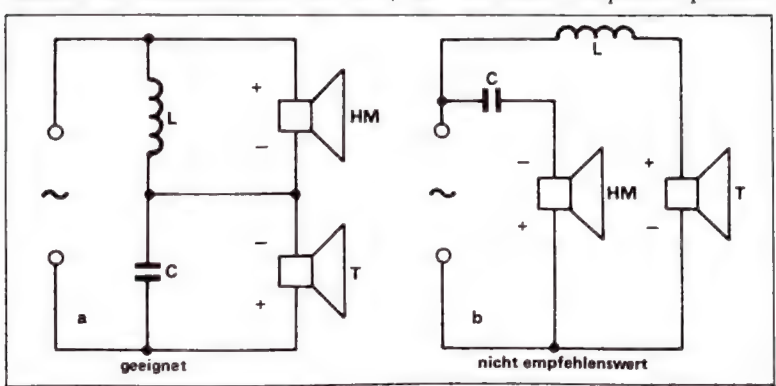


Bild 3. *Die 6 dB-Weiche in serieller (links) und paralleler Lautsprecher-Anordnung.*

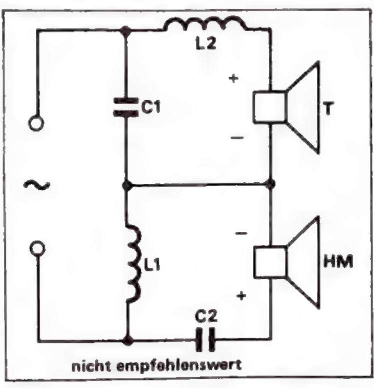


Bild 4. *Die serielle 12 dB-Frequenzweiche.*

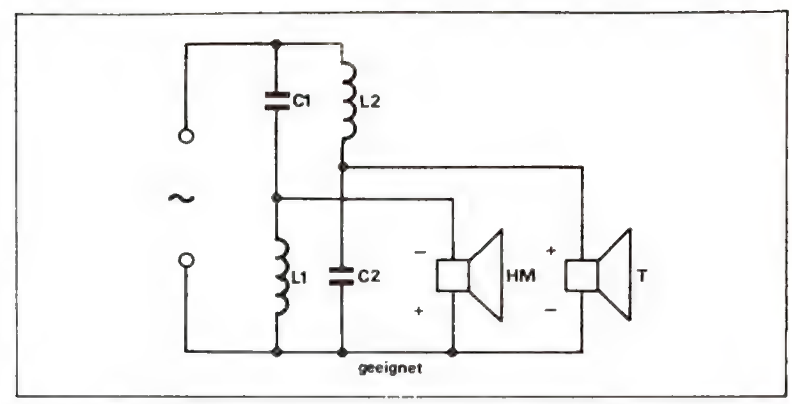


Bild 5. *Die 12 dB-Frequenzweiche in Parallelanordnung. Die Phasenverschiebung von 180 Grad kann durch Umpolen eines Lautsprechers kompensiert werden.*

pedanz, die man populär als „Innenwiderstand" des Lautsprechers bezeichnen könnte. Diese Größe allerdings ist nicht konstant, sondern ist frequenzabhängig; es wurde bereits gesagt, daß die Lautsprecherspule ein ohmscher Widerstand mit einem induktiven Anteil ist. Trotz dieser Frequenzabhängigkeit kann man den vom Hersteller angegeben Wert, also z.B. 4 Ohm oder 8 Ohm, in die Berechnungsformel einsetzen.
Im allgemeinen bezieht sich die Angabe auf die Standard-Meßfrequenz von 1 kHz, da aber einige Hersteller die Impedanzangabe auf die Frequenz 400 Hz beziehen, heißt es aufpassen, denn bei 1 kHz ist die Impedanz dann doch deutlich höher.
Man sollte deshalb selbst nachsehen, was los ist, und zwar mit einem Ohmmeter. Der gefundene Meßwert, mit dem Faktor 1,3 multipliziert, stimmt meistens recht gut mit der Impedanz bei 1 kHz überein.
Bei den Weichen ist es keineswegs egal, ob sie für 4 Ohm oder 8 Ohm ausgelegt sind, wie es einem oft weisgemacht wird, wenn man eine fertig bestückte Weiche kaufen will. Die Übergangsfrequenz kann dann nämlich bis zu 100% abweichen!
Zu den technischen Daten, über die man bei der Dimensionierung einer Frequenzweiche verfügen sollte, gehören die Schalldruckkurven der verwendeten Lautsprecher. Selbstverständlich benutzt man jeden Lautsprecher nur in dem Bereich, in dem die Schalldruckkurve hohe Werte zeigt, ohne zu starke Einbrüche und, noch wichtiger, ohne deutliche Spitzen. Besonders aber kommt es darauf an, wie die Kurve an der Stelle der vorgesehenen Übergangsfrequenz aussieht. Häufig bleibt diese Frage unberücksichtigt.
Steigt oder fällt die Schalldruckkurve in der Umgebung der Übergangsfrequenz, so macht sich dies im späteren Betrieb durchaus bemerkbar. Entscheidend für die Wiedergabe ist nämlich der „Über-alles-Frequenzgang", er wird durch Schalldruckmessung bestimmt, aber nicht vor dem „losen" Lautsprecher, sondern vor der fertigen Box mit eingebauter Weiche. Damit ist aber nicht gesagt, daß man bei der Konstruktion einer Frequenzweiche diese Messung veranstalten muß. Es genügt, wenn die Schalldruckkurve des Lautsprechers vorliegt, allerdings muß die Kurve unter ganz bestimmten Bedingungen gemessen worden sein. Die Schalldruckkurve des frei aufgehängten Lautsprechers ist maßgebend.
Alle Frequenzweichen „schlucken" einen Anteil der Verstärkerleistung, er beträgt beim 6 dB-Filter ca. 1 dB (Leistung).

Passive Frequenzweichen mit größerer Steilheit

Das 6 dB/Oktave-Filter kann mit einem zusätzlichen Kondensator und einer zweiten Induktivität erweitert werden, auch hierbei gibt es zwei Möglichkeiten der Schaltung.
Bild 4 zeigt die Version, bei der die beiden Lautsprecher in Reihe geschaltet sind. Verfolgt man die Wege, die der Strom bei hohen bzw. niedrigen Frequenzen nimmt, so ist festzustellen, daß sowohl die Kondensatoren einerseits, als auch die Spulen andererseits in Reihe geschaltet sind. Diese Art der Schaltung führt nach den Gesetzen für die Reihenschaltung von Kapazitäten und Induktivitäten naturgemäß zu hohen C-Werten und vergleichsweise niedrigen L-Werten. „Vergleichsweise" heißt hier: im Vergleich zur zweiten Version, bei der je ein frequenzabhängiger Spannungsteiler aus L und C einen Lautsprecher speist (Bild 5); die beiden Spannungsteiler liegen parallel am Ausgang des Verstärkers.
Weichen nach Bild 4 und 5 haben eine Flankensteilheit von 12 dB/Oktave.
Die 12 dB-Parallel-Weiche wird häufig eingesetzt, weil es kaum Probleme mit der Stabilität des Verstärkers gibt. Allerdings schluckt die Weiche bereits ca. 2 dB Verstärkerleistung.
Sind Verstärker, Weiche und Lautsprecher optimal aufeinander abgestimmt, so lassen sich kaum Unterschiede zwischen einer 6 dB- und einer 12 dB-Weiche hören. Wenn man berücksichtigt, daß Kapazitäten und Induktivitäten im Ausgang eines Verstärkers eigentlich gar nichts zu suchen haben und in jedem Fall auch negative Einflüsse auf die Wiedergabequalität haben, dann ist verständlich, daß man nicht nur aus Kostengründen versucht, den Bauelementeaufwand in der Weiche gering zu halten.
Unter bestimmten Hörbedingungen lassen sich weichenbedingte Verzerrungen demonstrieren, so z.B. dann, wenn die Möglichkeit besteht, während des Abspielens von (hierfür geeigneter) Musik zwischen einer 6 dB- und einer 12 dB-Weiche umzuschalten, bei absoluter Konstanthaltung der Lautstärke. Die steilere Weiche macht mehr Verzerrungen.

Wahl der Übergangsfrequenz

Will man eine Zweiwegbox bauen, so sollte der Baßlautsprecher („Tieftöner") eine nach oben hin nicht allzu „kurze" Übertragungskurve haben, weil man sonst in der Wahl der Übergangsfrequenz

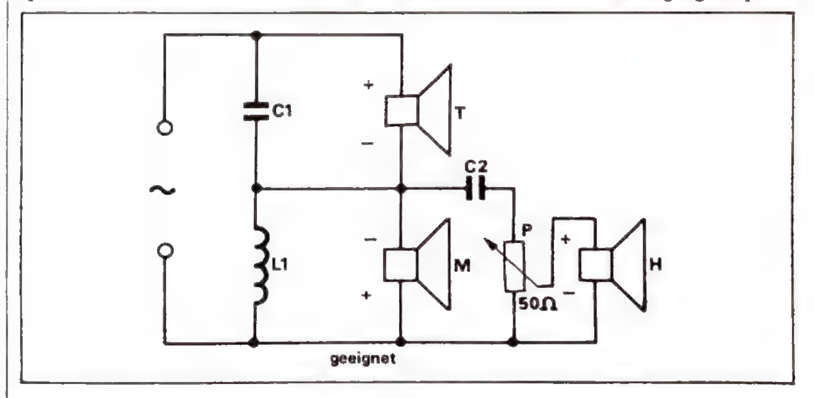


Bild 6. *Ein einfaches Dreiwegsystem mit kapazitiv gekoppeltem Hochtonlautsprecher.*

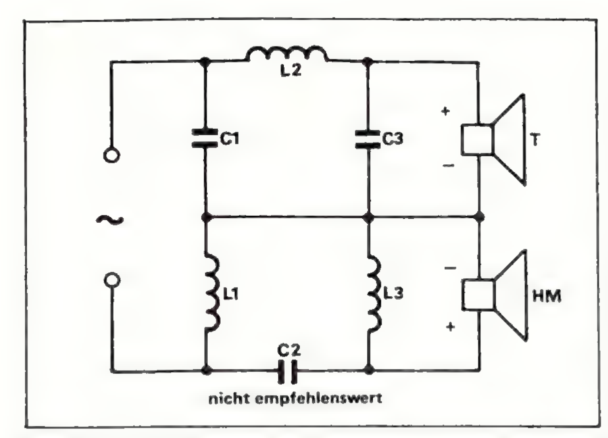


Bild 7. *Die 18 dB-Weiche mit Serienanordnung der Lautsprecher. Sie ist nicht empfehlenswert.*

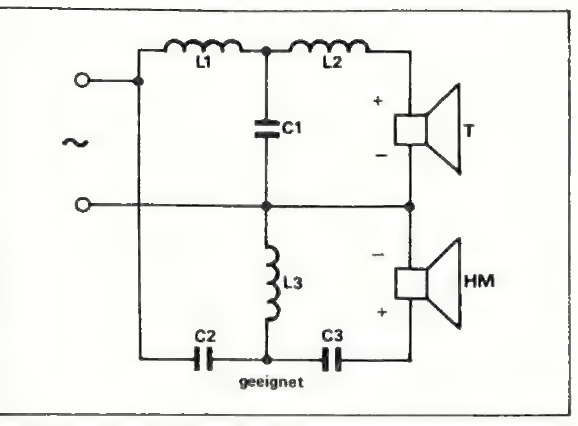


Bild 8. *Die bessere 18 dB-Frequenzweiche mit Parallelanordnung von Hochmittel- und Tieftonzweig.*

zu sehr eingeschränkt ist. Zwar gibt es gute Gründe dafür, die Übergangsfrequenz möglichst weit unten anzusiedeln, jedoch ist dann ein wirklich guter Mittelhochtöner unverzichtbar, dies muß dann entweder ein Mitteltöner mit Hochtonkegel sein oder eben...doch ein Zweiergespann für mittlere und hohe Frequenzbereiche, also doch ein Dreiwegsystem.

Gängige Übergangsfrequenzen sind z.B. 500 Hz, 1 kHz, 2,5 kHz und 5 kHz. Für ein Zweiwegsystem ist 500 Hz ein so niedriger Wert, daß sich hier das Problem des Mittelhochtöners in vollem Umfang stellt.

Will man einen sehr „tiefen" Tieftöner unbedingt in einem Mehrwegesystem einsetzen, ohne jedoch den vollen Aufwand (Frequenzweiche) eines Dreiwegesystems zu treiben, so gibt es einen sehr brauchbaren Kompromiß, der in Bild 6 zu sehen ist. An der 6 dB-Weiche „hängen" Tieftöner und Mitteltöner, die Übergangsfrequenz beträgt, mit Rücksicht auf den „echten" Tieftöner, 500 Hz. Für den Mitteltonbereich ist ein Lautsprecher mit Hochtonkegel zuständig, er sollte einen Durchmesser von 7...8 Zoll haben und überträgt den Bereich zwischen 500 Hz und 5 kHz. Für die oberen beiden Oktaven des NF-Bereiches (5 kHz...20 kHz) ist ein kapazitiv an den Mitteltöner gekoppelter Kalotten-Hochtöner zuständig, dessen „Lautstärke" mit einem Poti einstellbar gemacht wird.

Man kann sich nun zurecht fragen, warum ein Mitteltöner, der im Bereich 500 Hz...5 kHz betrieben wird, denn so unbedingt einen Hochtonkegel haben soll, schließlich strahlt ein Mitteltöner, wenn er maximal 8 Zoll Durchmesser hat, spielend seine 10 kHz ab, und zwar ohne Hochtonkegel, also trotz der „großen" Membran. Die Ursache liegt in typischen Merkmalen der Strahlungsdiagramme solcher „einfachen" Mitteltöner.

Der Öffnungswinkel des abgestrahlten Schallkegels nimmt bereits bei ca. 3 kHz schon ab, das Diagramm wird „schmal". Um nun nicht bereits im Bereich dieser Frequenz zu einem Hochtonlautsprecher übergehen zu müssen, kann man den Mitteltöner mit Hochtonkegel ausrüsten. Dieser Kegel hat zunächst die Funktion, bis zu einer wesentlich höheren Frequenz den Schall breit abzustrahlen. Was aber die wenigsten wissen, sind zwei weitere, wichtige Funktionen, die es kostenlos dazu gibt. Im unteren Frequenzbereich dieses „Zwitters" wirkt der kleine Hochtonkegel als Streukegel im akustischen Strahlengang der großen „Hauptmembran", er verbreitert also die Abstrahlung. Im oberen Frequenzbereich, wenn der Hochtonkegel voll aktiv ist, wirkt die große Membran als Reflektor für den von der Rückseite des Kegels abgestrahlten Schall, damit wird auch bei den höchsten Frequenzen eine breite Abstrahlung erreicht.

Leider kann man einen „einfachen" Mitteltöner nicht nachträglich mit einem Hochtonkegel ausrüsten, denn es kommt sehr genau auf die Abmessungen, den Öffnungswinkel und andere Eigenschaften an, wenn das ganze gut funktionieren soll. Auf diese Feinheiten, die im Prinzip ja auch nur die Hersteller von Lautsprechern interessieren, kann im Rahmen dieses Beitrags leider nicht eingegangen werden.

Phasenlineare Abstrahlung

Dieses Kapitel beginnt bemerkenswerterweise mit der „nächststeileren" Weiche, die in den Bildern 7 und 8 angegeben ist. Je ein weiterer Kondensator und eine Spule sorgen für eine Flankensteilheit von 18 dB/Oktave. Bild 7 zeigt die Lautsprecher in der hier nicht empfehlenswerten seriellen Anordnung. Die Parallelschaltung zweier unabhängiger Filterkreise für die beiden Lautsprecher ist hier, wie bereits bei der 12 dB-Weiche, besser. Die Verluste an Leistung liegen bei 3 dB.

Empfehlenswert sind solche steilen Weichen aber so oder so nicht. Einmal wegen der Verzerrungen, die gegenüber den einfacheren Weichen wiederum stärker sind, zum anderen wegen der außerordentlich schwierigen und reichlich undurchsichtigen Geschichte mit der phasenlinearen Wiedergabe.

Seit es die „Stereo-Boxen" gibt, weiß selbst der interessierte Laie, daß die bei-

Berechnungsformeln für Frequenzweichen

Bild 1:

$$Ck = \frac{150 \cdot 10^3}{f \cdot Z} \quad [\mu F]$$

Bild 3a:

$$C = \frac{180 \cdot 10^3}{f \cdot Z} \quad [\mu F]$$

$$L = \frac{167 \cdot Z}{f} [mH]$$

Bild 5:

$$C1 = C2 = \frac{105 \cdot 10^3}{f \cdot Z} \quad [\mu F]$$

$$L1 = L2 = \frac{225 \cdot Z}{f} \quad [mH]$$

Tabelle. *Für die wichtigsten Frequenzweichen, die in diesem Beitrag beschrieben sind, lassen sich mit obigen Formeln die C- und L-Werte ermitteln.*
Mit f ist die gewünschte Übergangsfrequenz bezeichnet, Z steht für die Lautsprecherimpedanz, gemessen bei 1 kHz (mH = Milli-Henry).

den Boxen in Phase arbeiten müssen; tun sie das nicht, so müssen bei einer Box die beiden Drähte vertauscht werden. Für die Lautsprecher in einem Mehrwegsystem gilt dasselbe: Tippt man mit den Anschlüssen der Box an die Pole einer Batterie, so müssen sich die Membranen der Lautsprecher alle nach innen oder alle nach außen bewegen, wenn sie phasengleich angeschlossen sind.

Diese Bedingung ist leicht zu erfüllen, wenn Lautsprecher nur parallel oder in Reihe geschaltet sind; die Anschlüsse mit dem Farbtupfer sind „phasen"-gleich. In den Schaltbeispielen dieses Beitrags sind gleichartige Anschlüsse der Lautsprecher durch „+" bzw. „–" gekennzeichnet.

Nun weiß man aber, daß Wechselspannungen in Netzwerken, die Induktivitäten und/oder Kapazitäten enthalten, in der Phase verschoben werden. Die Phasenverschiebung wird in Winkelgraden ausgedrückt. So besagt die Angabe 180° z.B., daß ein solches Netzwerk, am Eingang mit einer Sinusspannung gespeist, an seinem Ausgang einen Wellenberg zeigt, wenn am Eingang gerade ein Wellental vorliegt.

Eine 12 dB-Weiche produziert eine solche Phasenverschiebung von 180°. Um die beiden Lautsprecher hinter der Weiche wieder phasengleich zu kriegen, verpolt man einfach bei einem die Anschlüsse (siehe Bild 4 und 5: Der Hochmitteltöner liegt mit dem „+" am unteren Verstärkerausgang, der Tieftöner mit dem „–", in Bild 4 über L1).

Bei dem meisten der üblichen Boxen liegen die Lautsprecher in einer Ebene, dies ist die Gehäusefront der Box. Das ist eine (nur eine!) wichtige Bedingung für Phasengleichheit.

Bei der (empfehlenswerten) 6 dB-Weiche beträgt die Phasendrehung 90°. Mit Verpolen der Lautsprecheranschlüsse kann man das nicht korrigieren, theoretisch müßte man den Mitteltöner innerhalb der Box nach hinten versetzen, und zwar um 17,8 cm, dies ist nämlich ein Viertel der Schallwellenlänge bei der Übergangsfrequenz 500 Hz.

Es gibt Boxen, die entsprechend konstruiert sind. Bei Messungen im schalltoten Raum lassen sich die Phasenfehler tatsächlich nachweisen, aber in der Praxis ist von solchen Fehlern so gut wie nichts zu hören! Man sollte die Sache deshalb nicht allzu ernst nehmen und folgendes bedenken:

Sowohl der Effekt, den Phasenfehler erzeugen, als auch die Möglichkeiten, den Phasenfehler zu korrigieren, sind seit ca. 25 (!) Jahren bekannt, aber erst in den letzten Jahren werben Boxenhersteller mit dem Argument der Phasenlinearität. Es drängt sich der Verdacht auf, daß hier ein altes Thema ausgegraben wurde, weil es an wirklichen Neuerungen fehlt.

Vollständige Phasenlinearität läßt sich nur erreichen, wenn ein Lautsprecher alleine das gesamte NF-Gebiet überträgt, und zwar auch nur dann, wenn sich alle Stellen der Membran in Phase bewegen. Solche Lautsprecher gibt es aber nicht. Es sind immer andere Oberflächenabschnitte der Membran, die bestimmte Frequenzen abstrahlen. Mit zunehmender Frequenz werden die schwingenden Flächenteile immer kleiner, und bei hohen und höchsten Frequenzen treten auf der Oberfläche Schwingungsknoten und -bäuche auf, und hier findet ein Phasenverwirrspiel statt, schlimmer als in den Köpfen vieler HiFi-Fans, die „falsche" Phasen ebensowenig hören wie andere sterbliche, aber immer das neueste haben wollen.

Bei den höchsten Frequenzen, die eine Membran noch gerade abstrahlen kann, schwingt nur ein ganz kleiner Flächenabschnitt in der Umgebung der Lautsprecherspule. Für den Autor dieses Beitrags war diese Tatsache der Anlaß, genau in diesem Bereich den kleinen Hochtonkegel anzubringen. So entstand der Doppelmembran-Lautsprecher.

Da beim Hochtonkegel nur der äußerste Rand strahlt, der sich bereits in einigem Abstand (nach vorne) vom Zentrum der großen Membran befindet, ist eine gewisse Verbesserung in Bezug auf Phasenlinearität gegeben. Aber die ganze Sache bleibt ziemlich theoretisch, denn bei der Wiedergabe in einem durchschnittlichen Wohnzimmer erreicht nur ein Schallanteil von ca. 15% den Zuhörer unmittelbar, der Rest ist reflektierter Schall von Wänden usw. Von Phasenlinearität kann dann wirklich nicht mehr die Rede sein.

Wer phasenlineare Wiedergabe hören will, muß sich in den schalltoten Raum begeben. Allerdings ist dieser Ort, auch und gerade schallmäßig, todtraurig und absolut unnatürlich. Empfehlen kann man einen solchen Aufenthalt nicht, seit ein - allerdings herzkranker - sensationshungriger Mensch nach einer Viertelstunde bewußtlos herausgeholt wurde...

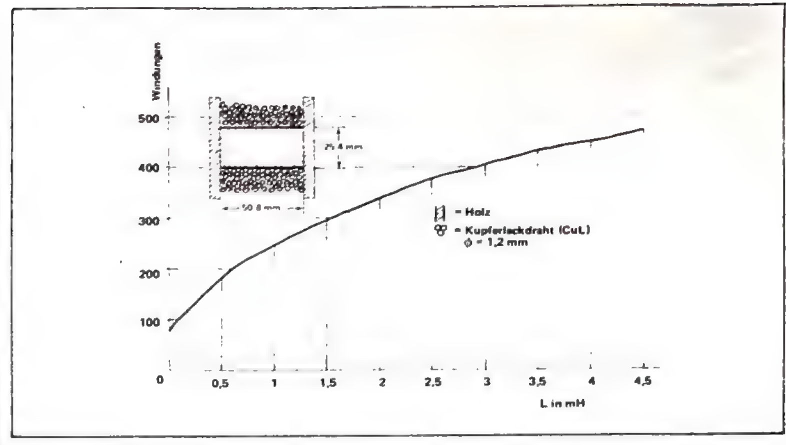


Bild 9. *Grafik zur Ermittlung der Windungszahl für bestimmte Induktivitätswerte einer selbstgemachten „Luftspule", also einer Spule ohne Eisenkern.*

Bauhinweise für Frequenzweichen

In der Tabelle sind die Formeln angegeben, die zum Berechnen der Frequenzweichen benötigt werden. Einsetzen muß man die gewünschte Übergangsfrequenz und die Lautsprecherimpedanz, heraus kommen die Werte für Kondensator und Spule.

Als Kondensatoren sind die üblichen Elkos nicht geeignet, sondern die sogenannten bipolaren Elkos, die auch als „Lautsprecher-Elkos" bezeichnet werden. Die Arbeitsspannung muß mindestens 60 V betragen.

Im Notfall kann man gewöhnliche polarisierte Elkos nehmen; man schaltet dann zwei Exemplare gegenpolig in Reihe. Die resultierende Kapazität ist bei gleichen Kapazitätswerten der Einzel-Elkos genau die Hälfte der Einzelkapazität (Berechnung wie bei der Parallelschaltung von Widerständen).

Im allgemeinen wird man nicht genau den Kapazitätswert bekommen können, der sich aus der Berechnung ergibt. Man nimmt dann den nächstliegenden Wert.

Spulen für Frequenzweichen kann man kaufen, selbst wickeln ist jedoch billiger und durchaus nicht schwierig.

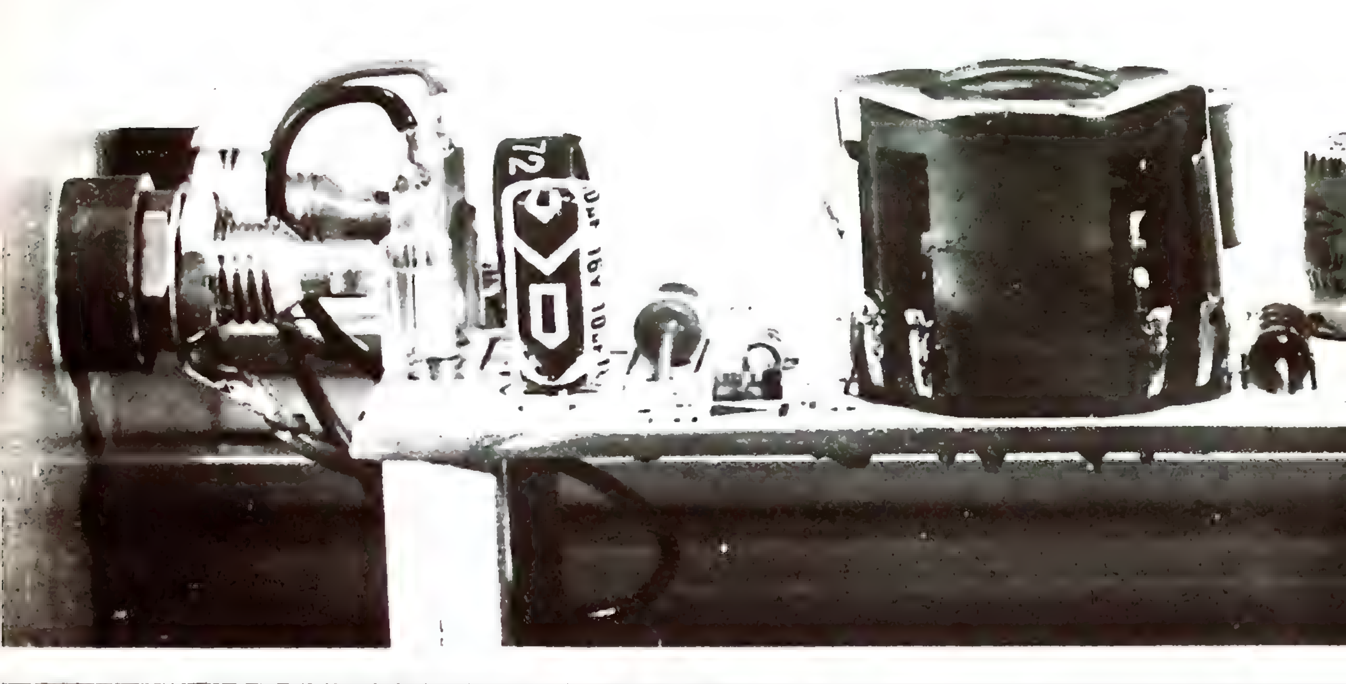
Die Grafik Bild 9 geht von einem Wickelkörper mit einem Durchmesser von 25,4 mm (= 1 Zoll) aus, das ist ein gängiger Besenstiel-Wert. Die beiden Scheiben aus Sperrholz, die nach dem Absägen eines 50,8 mm langen Stielstückes angeklebt werden, brauchen nicht rund zu sein, quadratisch geht auch und sieht auch noch ausreichend technisch aus.

Drahtstärke und Anzahl der Windungen entnimmt man der Grafik.

Beim Wickeln läßt man sich am besten assistieren. Ist die letzte Wicklung drauf, dann klebt man ein Band 1...2mal auf den Umfang der obersten Lage.

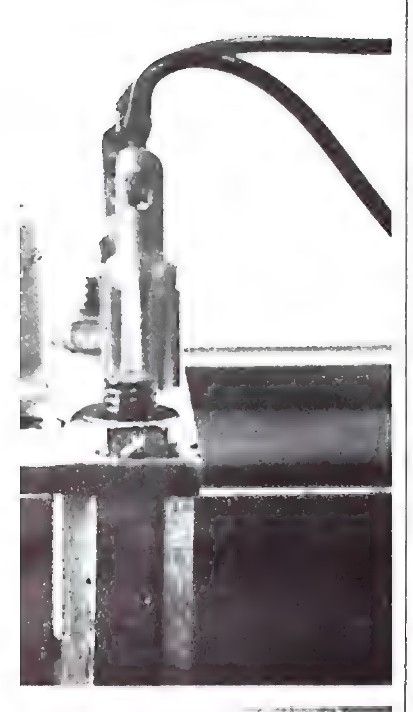
Sunny

leitet den „Saft aus Sonne" in Ihren Akku



In Heft 7/79 wurde gezeigt, wie Sonnenenergie mit Hilfe von Solarzellen unmittelbar in elektrische Energie umgewandelt werden kann. Die elektrische Leistung eines Solar-Panels oder einer einzelnen Zelle ist proportional zur bestrahlten Fläche und zur Intensität der Beleuchtung. Die heute zur Verfügung stehenden Solarzellen haben eine Ausbeute von 12,5 mW je cm² bestrahlter Fläche, bei voller Sonneneinstrahlung.
Da die Sonne in unseren Breiten kein zuverlässiger Partner der Energiewirtschaft ist, sind kaum Anwendungen denkbar, bei denen die Solarenergie unmittelbar verwertet werden kann. Es ist deshalb fast immer erforderlich, einen Energiepuffer vorzusehen, ein Reservoir, das in sonnigen Perioden Energie speichert, um trübe Tage zu überbrücken. Ein geeigneter Energiepuffer für kleinere, elektrisch betriebene Geräte ist der Nickel-Cadmium-Akku, er hat handliche Abmessungen, eine hohe Lebensdauer und ist wartungsfrei.

Der elektrische Vermittler zwischen der Solarzelle und dem NiCd-Akku ist ein passender Akku-Lader. Die hier zu besprechende Schaltung kann vier Akkus, sogenannte Mignon-Zellen, gleichzeitig laden. Die Akkus sind in Reihe geschaltet und bilden - als Stromquelle - ein Aggregat mit einer Spannung von ca. 5 V und einer Kapazität von ca. 500 mAh.
Ein solches Aggregat aus vier Akkus eignet sich zur Versorgung zahlreicher elektronischer Schaltungen, die mit TTL- oder CMOS-ICs arbeiten, aber auch für zahlreiche Geräte, die man normalerweise fertig kauft und die mit 4 Batterien 1,5 V bestückt werden.
Zwar errechnet sich für die zuletzt genannte Gerätegruppe eine Gesamtspannung von 6 V, jedoch ist eine sichere Funktion bereits bei 5 V Speisespannung gewährleistet. Die Hersteller kalkulieren nämlich eine schnelle Abnahme der Zellenspannung und konstruieren ihre Schaltungen so, daß die Batterien erst dann durch frische ersetzt werden müssen, wenn die Spannung der einzelnen Zelle auf ca. 0,8 V abgefallen ist.
Um die vier NiCd-Akkus innerhalb der vorgeschriebenen Zeit zu laden, ist ein Strom von 50 mA erforderlich. Bei einer Ladespannung von 5 V errechnet sich daraus eine Ladeleistung von 250 mW.
Auf Solarzellen umgerechnet, ergibt sich eine Zellenoberfläche von 20 cm², also z.B. eine rechteckige Fläche von 4x5 cm. Nun kann man eine Solarzelle mit dieser Fläche nicht unmittelbar an die Akku-Reihenschaltung anschließen, weil die einzelne S-Zelle nur 0,5 V Spannung abgibt. Es müßten also 10 Zellen in Reihe geschaltet werden, um auf die Ladespannung von 5 V zu kommen.
Bei genauem Hinsehen stellt sich heraus, daß die S-Zellen sogar noch mehr als 5 V liefern müßten, denn beim Laden steigt die Spannung der Akkus auf ca. 1,4 V an (je Akku). Außerdem muß bei einer unmittelbaren Verbindung zwischen Solarzellen und Akkus eine Entladeschutzdiode vorgesehen werden, damit sich die Akkus bei Ausbleiben der Son-



neneinstrahlung, nicht über die Solarzellen entladen. Zur Kompensation des Spannungsverlustes, der beim Laden an dieser Schutzdiode entsteht, wäre noch eine weitere S-Zelle vorzusehen.

Wenn es nur um höhere Leistungen geht, dann ist Reihenschaltung von großen Solarzellen die gegebene Lösung. Hier jedoch ist ein anderer Weg zweckmäßiger: Die elektronische Umformung einer kleinen Spannung auf den benötigten, höheren Wert. Man arbeitet also mit vergleichsweise „ wenig" Zellen, weniger also als die Zahl, die sich errechnet, wenn man die benötigte Spannung durch 0,5 V teilt. Bei dieser Lösung ist natürlich die Fläche der einzelnen Zelle höher anzusetzen, ein gewisser Vorteil, da größere S-Zellen einen niedrigeren Flächenpreis haben.

Der Umformer erzeugt aus der von den S-Zellen angebotenen Gleichspannung zunächst eine Wechselspannung, die dann hochtransformiert und gleichgerichtet wird. Dabei tritt ein nützlicher Nebeneffekt auf: Dank das hohen Innenwiderstandes des Laders braucht man die Ausgangsspannung nicht so sehr im Auge zu behalten. Diese Ausgangsspannung ist im unbelasteten Zustand erheblich höher als 5 V. Unter Last bewirkt der Innenwiderstand, daß der Ladestrom von dem Ladezustand der Akkus kaum abhängig ist.

Bild 1 zeigt die Schaltung von „Sunny". SC1, SC2 und SC3 sind drei in Reihe geschaltete S-Zellen mit den Abmessungen 20 x 40 mm; jede dieser Zellen liefert einen Strom von 200 mA bei 0,5 V, zusammen also 1,5 V/200 mA, entsprechend 300 mW.

So sieht also die „Stromversorgung" des Umformers aus. Transistor T1 bildet zusammen mit den Wicklungen n1 und n2 des Transformators einen sogenannten Sperrschwinger. Einen Generator, eine Schaltung also, die eine Wechselspannung erzeugt, würde man heute nicht mehr „Schwinger" nennen, aber dieser Typ Generator soll seinen nostalgischen, althergebrachten Namen behalten. Daß in diesem Generator ein Germaniumtransistor sitzt (T1) ist aber keineswegs Nostalgie, sondern hat einen guten Grund.

Die Basis/Emitter-Schwellenspannung von Germaniumtransistoren ist nur etwa halb so groß wie die von Siliziumtypen. Diese Tatsache wirkt sich hier günstig aus, weil die „Speisespannung" von nur 1,5 V (bei maximaler Sonneneinstrahlung) natürlich als außerordentlich niedrig anzusehen ist.

Zur Funktion

Wie der Sperrschwinger (genauer: Sperrwandler) funktioniert, soll nur ganz kurz besprochen werden, weil solche

Stückliste 1

WIDERSTÄNDE

R1 = 1,2 k-Ohm
R2 = 220 Ohm
R3 = 1 k-Ohm, Trimmer, steh.

KONDENSATOREN

C1 = 100 µF, 10...16 V, RM5
C2 = 10 µF, 10...16 V, RM5
C3 = 10 µF, 16 V, RM5

HALBLEITER

T1 = AC 128 (o. AC 188)
T2 = BC 558
D1 = 1 N 4148 (1 N 914)
D2 = Z-Diode 4,7 V
SC1, SC2,
SC3 = Solarzelle 20 x 40 mm

SONSTIGES

4 x Lötstifte RTM
4 x Steckschuhe RF
1 x Trafosatz, bestehend aus 1 Schalenkernsatz, Durchm. 18 mm x 14 mm, AL 250 nH, B 65561-N 0250-A 022; 1 Spulenkörper 3 Kammern, B65562-A 0000-M; 1 Bügelhalterung f. geätzte Schaltung m. 8 Lötösen, B 65565-A 0010-X 000
1 x Print nach Bild 2

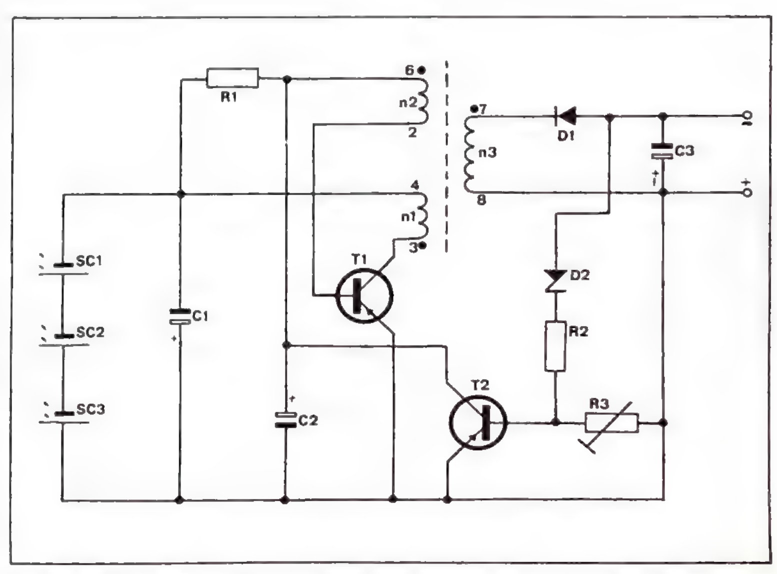


Bild 1. *Die Schaltung von Sunny. SC1...SC3 sind die Solarzellen. Die Wickeldaten des Wandlertrafos und die Bedeutung der Punkte gehen aus der Wickeltabelle hervor.*

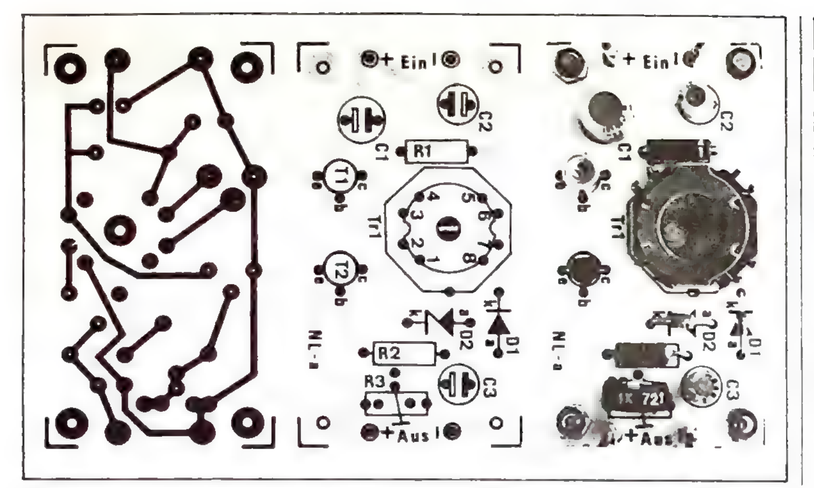


Bild 2. *Kupferseite und Bestückungsplan. Für die Montage des Wandlertrafos kann man eine passende Halterung verwenden.*

Stückliste 2

WIDERSTÄNDE

R1 = 330 Ohm
R2 = 470 Ohm
R3 = 2,2 k-Ohm, Trimmer, steh.

KONDENSATOREN

C1 = 470 µF, min. 3 V, RM5
C2 = 47 µF, 10...16 V, RM5
C3 = 10 µF, 16...40 V, RM5

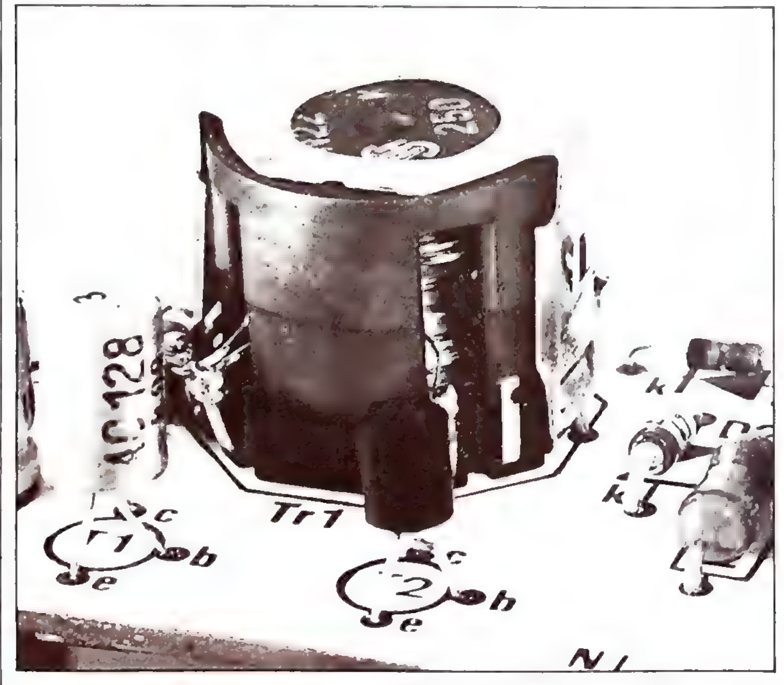
HALBLEITER

T1 = AD 148
T2 = BC 558
D1 = BA 173 o. äquiv.
D2 = Z-Diode 12 V
SC1, SC2,
SC3 = Solarzelle 0,5 V/1,2 A

SONSTIGES

4 x Lötstifte RTM
4 x Steckschuhe RF
1 x Trafosatz, Schalenkernsatz Durchmesser 22 mm x 13 mm, mit Luftspalt ca. 0,15 mm mit Zubehör wie in Stückliste 1

Schaltungen in der modernen Elektronik immer seltener vorkommen.
Ein über R1, n2 fließender, kleiner Basisstrom bringt den Transistor in den Leitzustand. Der sich in der Wicklung n1 des Wandlertrafos aufbauende Strom erzeugt ein Magnetfeld, das in allen anderen Trafowicklungen eine Spannung induziert. Die an der Wicklung n2 entstehende Spannung ist so gerichtet, daß der Basisstrom des Transistors ansteigt. Somit baut sich der Strom in n1 weiter auf. Der Vorgang findet ein Ende, wenn T1 in Sättigung ist, der Kollektorstrom also nicht weiter ansteigt. In n2 wird keine Spannung mehr induziert, der Basisstrom nimmt (sehr) schnell ab. T1 ist in dieser Situation mit einem öffnenden Schalter zu vergleichen. Das aufgebaute Feld des Wandlertrafos induziert in alle Wicklungen eine Spannung, die der in der Aufbauphase induzierten Spannung entgegen gerichtet ist. Für n2 bedeutet dies: Die Gegenspannung verhindert, daß Basisstrom fließt: Der Transistor sperrt. Die Zeitspanne zwischen Erreichen der Sättigung und Sperren ist sehr kurz, während der Feldaufbau doch eine bestimmte Zeit beansprucht (Sägezahn-Verlauf).
Wo aber bleibt die Energie, die im Magnetfeld des Wandlertrafos „enthalten" ist? Weder über n1 noch n2 kann Strom fließen, denn T1 ist kurz nach „Vollendung" des Feldaufbaus vorne (Basis) und hinten (Kollektor) zu. Richtig: Die Diode D1 ist so gepolt, daß die Gegeninduktionsspannung der Wicklung n3 „richtig" liegt; im Sekundärkreis des Wandlertrafos fließt ein Strom, der den Kondensator C3 auflädt. Bei diesem Vorgang wird das Feld abgebaut und es kommt der Zeitpunkt, wo alle Gegeninduktionsspannungen, also auch die der Wicklung n2, nur noch kleine Beträge haben; über R1 fließt jetzt wieder ein Basisstrom in T1, es beginnt erneut der Feldaufbau.
Dank der höheren Windungszahl von n3 ist die Sekundärspannung höher als die Primärspannung; die Gleichspannung, die an C3 entsteht, ist dementsprechend höher als die 1,5 V, die von den 3 S-Zellen geliefert werden. Nun zu den übrigen Bauelementen.



Die gesamte Leistung, die sekundär beim Laden „entnommen" wird, kommt über den Trafo auf die Sekundärseite, sie muß primär also zunächst einmal hineingesteckt werden. Da „vorne" die Amplitude der Spannung geringer ist, muß der Strom entsprechend höher sein, damit die Leistungsbilanz stimmt. Man kann sich daher vorstellen, daß die kräftige Impulsbelastung der S-Zellen an deren Innenwiderstand einen Spannungsabfall erzeugt, der sich als hochfrequen-

te Einbrüche der S-Zellenspannung bemerkbar macht. Um dem Umformer eine einigermaßen konstante Speisespannung anzubieten, wurde der Ladekondensator C2 als Puffer vorgesehen, er liegt einfach parallel zu den S-Zellen.
Die Basis wird jedoch mit einer noch besser „gesiebten" Spannung versorgt, denn R1 bildet mit Elko C2 ein wirksames Siebglied, an dem über n2 die Basis liegt.
Verringert man irgendwie die Spannung, auf die C2 über R1 geladen wird, dann nimmt die Frequenz ab, mit der dieser Sperrwandler schwingt; es wird im Mittel weniger Energie zur Sekundärseite „gepumpt", die Ladespannung nimmt ab. Dieses Verhalten kann man zur Regelung und Einstellung der Ladespannung nutzen. R1 bildet deshalb mit dem Regeltransistor T2 einen Spannungsteiler, die Spannung an C2 hängt jetzt davon ab, wie weit T2 aufgesteuert wird.
Sobald die angeschlossenen vier NiCd-Akkus auf eine Spannung von etwas über 4,7 V geladen sind, dann leitet die Z-Diode D2 und es fließt ein Strom durch den Spannungsteiler R2/R3. Der Trimmer R3 wird so eingestellt, daß bei einer Akku-Spannung von ca. 5,6 V die Spannung an der Basis von T2 so hoch ist, daß dieser Regeltransistor die Basisspannung von T1 so weit herabzieht, daß die Schwingungen ganz aufhören. Bei dieser Einstellung schwingt der Wandler wieder an, wenn die Akkuspannung um wenige Zehntel Volt abgenommen hat, es wird also nachgeladen und die Akkus bleiben „voll".

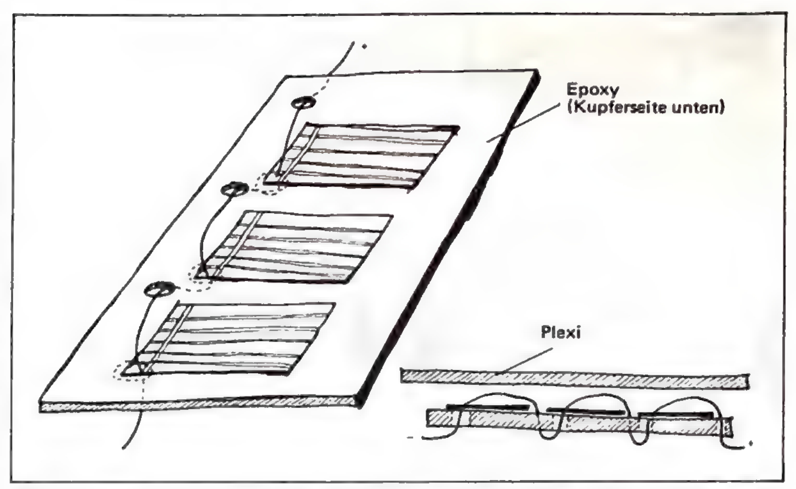


Bild 3. *Inseln in der Sonne...der Wirkungsgrad der S-Zellen nimmt bei steigender Temperatur ab. Schon deshalb ist Montage auf einer Platte empfehlenswert.*

Wickeltabelle Sunny als NiCd-Lader

Kern: 18 x 14 m. Luftspalt
n1 = 12 Wdgn. CuL. 0,4
n2 = 10 Wdgn. CuL. 0,2
n3 = 40 Wdgn. CuL. 0,2

Zunächst wird eine der äußeren Kammern mit den 10 Wdgn. der Wicklung n2 bewickelt. Wickelrichtung merken! Spulenkörper so in eine Kernhälfte einsetzen, daß n2 darin verschwindet. Kernhälfte auf Sockel setzen. Anfang der Wicklung n2 (Punkt im Schaltbild) an Pin 6 löten, Ende der Wicklung an Pin 2.
Die 12 Windungen der Wicklung n1 in die mittlere Kammer wickeln, gleicher Wickelsinn wie n2. Wicklungsanfang (Punkt) an Pin 3, Ende an Pin 4.
Wicklung n3 (40 Wdgn.) in die obere Kammer wickeln, gleicher Wickelsinn wie n1 und n2. Anfang des Drahtes an Pin 7 (Punkt im Schaltbild), Ende an Pin 8.
Obere Hälfte des Kerns aufsetzen und mit Bügel am Unterteil befestigen.

Wickeltabelle Sunny als 12 V-Akku-Lader

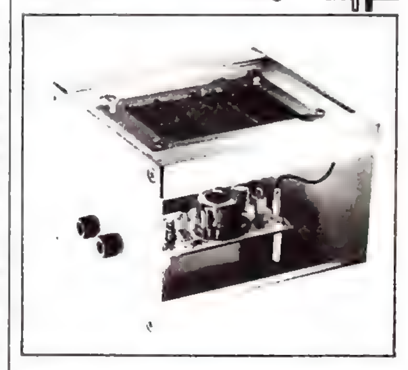
Kern: 22 x 13 m. Luftspalt
n1 = 10 Wdgn. CuL. 0,6
n2 = 8 Wdgn. CuL. 0,4
n3 = 60 Wdg. CuL. 0,25

Bauhinweise

Ein besonderes Kapitel für moderne Hobby-Elektroniker ist das Wickeln des Wandlertrafos, weil solche Dinger nur ganz selten gebraucht werden. Im Text zur Tabelle I finden sich die wichtigsten Hinweise zu diesem Thema.
Die Solarzellen kann man z.B. auf Epoxymaterial montieren, sie werden angeklebt oder mit beidseitigem Klebeband fixiert. Zuvor bohrt man 6 Löcher in die Montageplatte, siehe Bild 3.
Die Anschlußdrähte der S-Zellen kommen an gegenüberliegende Stellen auf Ober- und Unterseite. Hierfür ist sehr dünner Draht zu nehmen, z.B. eine Ader aus einem Netzkabel-Leiter.
Zum Schutz der S-Zellen gegen Beschädigung und Naßwerden kann man sie mit weißem Acryl (Plexi) abdecken.

Sunny's großer Bruder

Dieselbe Schaltung, jedoch mit anderen Bauteilewerten, kann zum Frischhalten eines 12 V-Akkus eingesetzt werden. Hier ist an Akkus auf Booten, im Campingwagen usw. zu denken. Für viele ist es sicher ein angenehmer Gedanke, daß man einfach abhauen kann, auch für längere Zeit, und bei der fröhlichen Wiederkehr ist der Akku voll, alles läuft sofort usw.
Die Wickeldaten gehen aus Tabelle II hervor, wegen der höheren Leistung ist hier ein größerer Übertrager erforderlich.
Die Schaltung liefert bei voller Sonneneinstrahlung einen Strom von 100 mA. Bei bewölktem oder trübem Wetter fällt der Ladestrom auf 10...40 mA, abhängig vom „Grad" der Bewölkung.

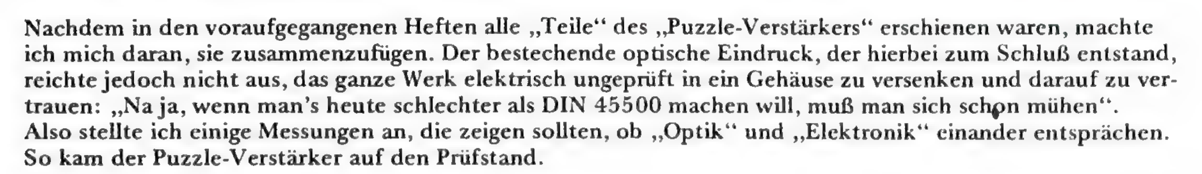


Wickelsinn und Phase

Allgemeines: Bei Transformatoren kann die Funktion der Schaltung von der Phase der Wechselspannungen an den einzelnen Wicklungen abhängen, Beispiele: Hintereinanderschalten von Sekundärwicklungen beim Netztrafo sowie der hier beschriebene Sperrwandler. Zur Kennzeichnung der Phaseanlage der Wicklungen in Schaltbildern geht man von gleichem Wickelsinn aus und bezeichnet mit einem Punkt diejenigen Schaltungspunkte, an die der Anfang der Wicklung zu legen ist.

Puzzle auf dem Prüfstand

Erfahrungsbericht über einen nachbaufreundlichen Verstärker



Nachdem in den voraufgegangenen Heften alle „Teile" des „Puzzle-Verstärkers" erschienen waren, machte ich mich daran, sie zusammenzufügen. Der bestechende optische Eindruck, der hierbei zum Schluß entstand, reichte jedoch nicht aus, das ganze Werk elektrisch ungeprüft in ein Gehäuse zu versenken und darauf zu vertrauen: „Na ja, wenn man's heute schlechter als DIN 45500 machen will, muß man sich schon mühen". Also stellte ich einige Messungen an, die zeigen sollten, ob „Optik" und „Elektronik" einander entsprächen. So kam der Puzzle-Verstärker auf den Prüfstand.

Dem Test gingen zunächst die in den Baubeschreibungen der jeweiligen Hefte dokumentierten Einstellarbeiten voraus. Nachdem diese rein „statischen" Bedingungen erfüllt waren, konnte ich mich an die „dynamischen" Messungen begeben. Mein Werkzeug hierzu bestand aus Oszilloskop, Sweep-Generator, klirrarmem Audio-Generator, Notch-Filtern, Frequenzzähler, Millivoltmeter, Meßgleichrichter, „Dummy-Loads" (Lastwiderstände) und einer Registrierkamera, um das ganze zu dokumentieren.
Mit einem von 15 Hz bis 30 kHz gleitenden Sinussignal aus dem Sweep-Generator wird die Frequenzgangmessung durchgeführt. Bild 1 zeigt den Meßaufbau. Baß- und Höheneinsteller befinden sich hierbei in Mittelposition. Bezogen auf 1 kHz wird der Amplitudenverlauf bewertet.
In Bild 2 sieht man oben den Signalverlauf am Verstärkerausgang und unten das Meßsignal. Das Ergebnis ist als sehr ordentlich zu bezeichnen und liegt erheblich über der DIN Forderung. Zusätzlich zum gleitenden Signal zeigen die Bilder 3 und 4 das Rechteckverhalten bei 1 und 10 kHz, das den nach oben guten Frequenzgang zusätzlich belegt.
Mit demselben Meßaufbau (Bild 1) wird dann die Funktion der Baß- und Höheneinsteller überprüft. Man sieht in Bild 5 und 6 die für eine „Baxandall-Schaltungen" typische Charakteristik, welche eine brauchbare Klangbeeinflussung zuläßt und den üblichen Rahmen erfüllt.
Die Ausgangsleistung wird ebenfalls mit dem Aufbau nach Bild 1 gemessen. Es stellten sich bei meinem Puzzle respektable 22,5 W Sinus pro Kanal ein, die nur durch das Netzteil begrenzt werden (Trafo hat 71 VA). Mit etwas großzügigerer Auslegung ist hier leicht mehr zu holen (ca. 32 W pro Kanal). Bei entsprechenden Boxen sind jedoch 22,5 W mehr als ausreichend. Das DIN-Blatt ruft hier nur nach schlappen zwei mal 6 W Sinus (mindestens 10 Minuten heißt es da!!!).

In den Bereich der Ausgangsleistungsmessung fällt auch der Begriff der „Leistungsbandbreite": hierunter versteht die DIN-45500 die gegenüber Nennleistung auf die Hälfte verringerte Ausgangsleistung (um 3 dB, also auf $U:\sqrt{2}$ gesunkene Amplitude). Hier bringt es der Puzzle auf sehr beachtliche 15 Hz bis 100 kHz (Bild 7)!

Bei immer noch unveränderter Meßanordnung überprüft man jetzt die Übersprechdämpfung: Eingestellt wird die halbe Nennleistung auf beiden Kanälen, dann werden wechselseitig die Eingangssignale gegen Normabschluß ohne Signal

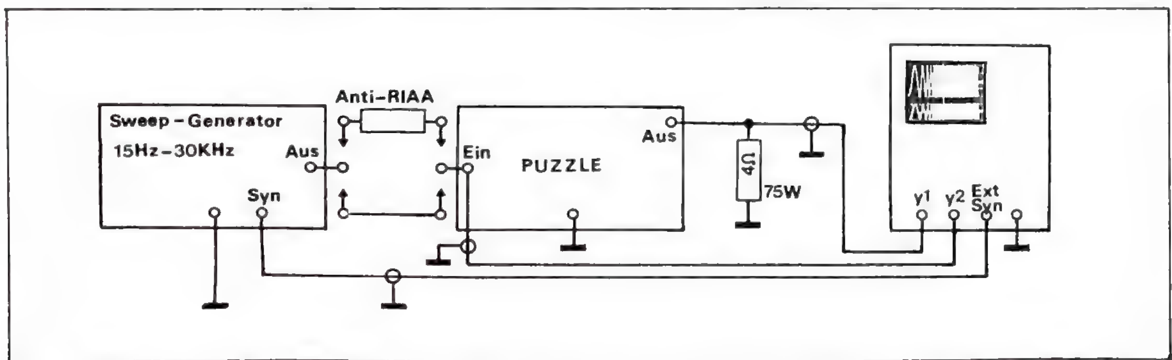


Bild 1. *Der Meßaufbau für die ersten Untersuchungen des Puzzle-Verstärkers. Der Ausgang des Sweep-Generators ist mit dem Eingang des Verstärkers unmittelbar verbunden; Ausnahme: Frequenzgangmessung des MD-Vorverstärkers mit Anti-RIAA.*

vertauscht. Mit –47 dB liegt das Ergebnis auch hier wieder über der DIN-Forderung. Die Bezeichnung dB gibt die Beziehung verschiedener Größen zueinander an und benutzt einen logarithmischen Maßstab, um auch sehr große Werte anschaulich zu erfassen:

$$dB = -20 \times \log Ua/Ub;$$

siehe Bild 8 oben: 89 mV (Spitze-Spitze-Wert) Oszilloskopeinstellung 50 mV/cm linker Kanal; unten 21 V (Spitze-Spitze-Wert) bei 10 V/cm ergibt

$$\log 0{,}089/21 \times -20 \approx -47 \text{ dB}.$$

Die deutlich sichtbare Phasenverschiebung zwischen den Signalen deutet auf kapazitives Übersprechen.

Fügt man in die bestehende Meßanordnung ein Korrekturfilter mit entgegengesetztem RIAA-Verlauf ein, so kann man den Frequenzgang und die Abweichung von der Entzerrerkurve des MD-Vorverstärkers beurteilen. In Bild 9 erkennt man 3 Kurven: in der Mitte den Generatorausgang, mit dem das Korrekturfilter gespeist wird. Der Ausgang hiervon, der dann den MD-Vorverstärker treibt, ist unten abgebildet und oben schließlich ist die Ausgangsamplitude des Verstärkers zu sehen. Die leichte Höhen- und etwas stärkere Baßanhebung entspricht zwar nicht ganz einer idealen RIAA-Entzerrung, jedoch übersteigt die Abweichung innerhalb des DIN-Feldes die erlaubten 2 dB zwischen 40 Hz und 16 kHz nicht. Geht man davon aus, daß am „Puzzle eher

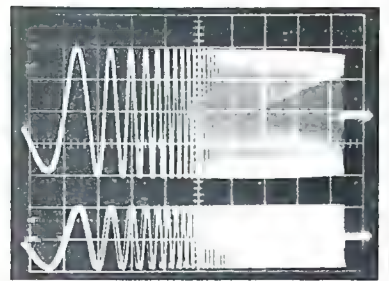


Bild 2. *Der Frequenzgang „auf einen Blick." Unten das Ausgangssignal des Sweep-Generators, oben das Ausgangssignal des Verstärkers, der mit einem Widerstand von 4 Ohm am Ausgang abgeschlossen ist.*

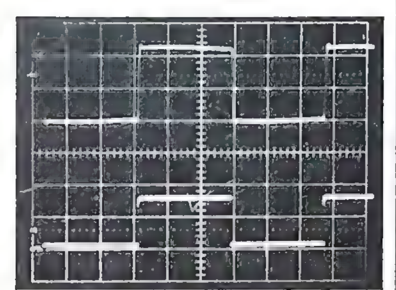


Bild 3. *Eine weitere Möglichkeit, den Frequenzgang zu überprüfen: steuern des Verstärkers mit einer Rechteckspannung. Unten das Steuersignal, Skala 50 mV/cm. Oben das Verstärkerausgangssignal, Skala 10 V/cm. Frequenz 1 kHz.*

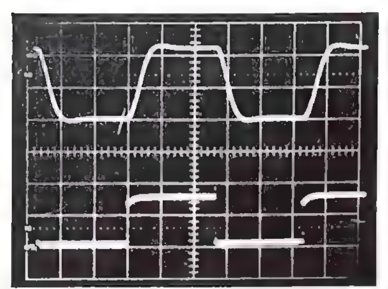


Bild 4. *Hier ist die Rechteckfrequenz erheblich höher: 10 kHz. Die Skalenfaktoren (Vertikalablenkung des Oszilloskops) sind identisch mit Bild 3. Die Zeitablenkung ist auf 20 µs/cm eingestellt, eine Periode dauert ca. 100 µs, entspr. 10 kHz.*

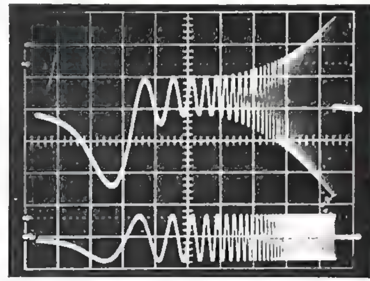


Bild 5. *Der Frequenzgang, wenn Höhen- und Tiefeneinsteller „voll aufgedreht" sind. Etwa in der Mitte der Zeitachse hat das Ausgangssignal seine „normale" Amplitude, zu hohen und tiefen Frequenzen hin nimmt sie zu.*

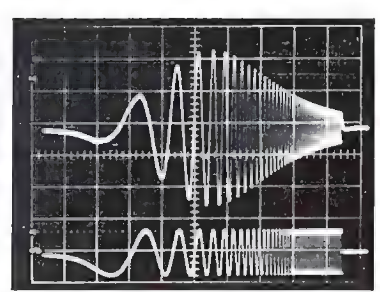


Bild 6. *Frequenzgang, gemessen bei auf Minimum eingestellten Höhen- und Tiefenpotis. Auch hier ist die normale Ausgangsamplitude ca. in der Mitte der Zeitachse, die Absenkung zu hohen und niedrigen Frequenzen ist gut zu erkennen.*

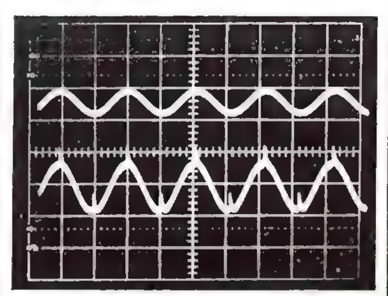


Bild 7. *Bei 100 kHz-Steuersignal (Sinus) ist die Ausgangsleistung auf 50% gefallen. Die Spitzen im Signal des steuernden Generators (unten) stammen von diesem. Dem Puzzle-Verstärker sind sie jedoch zu schnell.*

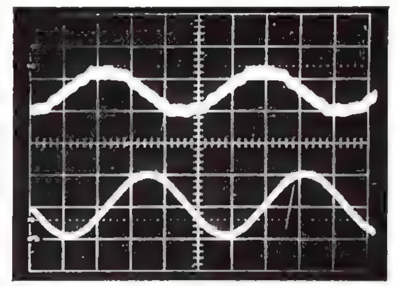


Bild 8. *Messung der Übersprechdämpfung mit 1 kHz Sinus. Unten: Ausgang des gesteuerten rechten Kanals, Skala 10 V/cm. Oben: Ausgang des nicht gesteuerten linken Kanals, Skalenfaktor 50 mV/cm.*

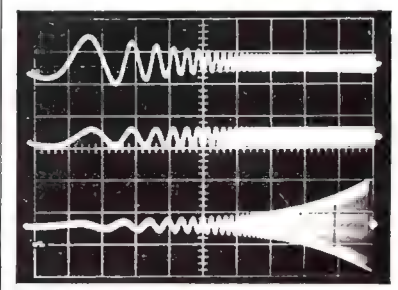


Bild 9. *Frequenzgang mit Anti-RIAA-Filter und MD-Vorverstärker. Mitte: das Ausgangssignal des Sweep-Generators, unten das Signal am Ausgang des Anti-RIAA-Filters, oben der Verstärkerausgang mit Anhebungen (s. Text).*

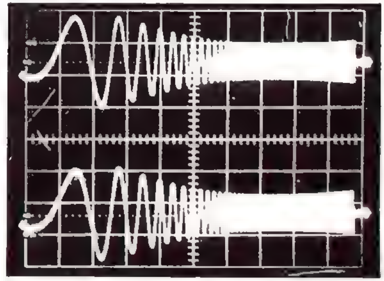


Bild 10. *Die von dem MD-Vorverstärker verursachten leichten Anhebungen, die in beiden Kanälen fast gleichmäßig auftreten, sind hier gut zu erkennen. Sie wirken jedoch in der Praxis keineswegs störend.*

schwache Boxen betrieben werden, so kann sich hier obiges Verhalten sogar positiv auswirken!

In Bild 10 schließlich sehen wir das Anti-RIAA-Signal über beide Kanäle bei Nennleistung und die minimalen Amplitudendifferenzen zwischen ihnen. Das DIN-Blatt fordert max. 3 dB, was auch wieder deutlich „unterboten" wird.

Die Prüfungen mit gleitendem Signal sind hiermit abgeschlossen. Eine der wichtigsten Prüfungen auf dem Verstärkersektor steht jedoch noch aus: die Klirrfaktor-Messung.

Hierzu ist ein anderer Meßaufbau nötig (Bild 11). Der Eingang wird mit einem möglichst „klirrarmen" Signal konstanter Frequenz und Amplitude gespeist. Am Ausgang wird dann mit einem Sperrfilter (Notch-Filter) die Grundfrequenz, hier 1 kHz, um ca. −90 dB unterdrückt und der verbleibende Rest 100-fach verstärkt.

Der Quotient von Ein- und Ausgangsspannung ergibt den Klirrfaktor in %. Ein idealer Verstärker läßt nichts „übrig", real sind Mischprodukte der 2. und aller weiteren harmonischen (Oberwellen) der Grundfrequenz als „Klirren" festzustellen.

Die Klirrdiagramme des linken und rechten Kanals zeigen Bild 12 und 13 mit jeweils oben dem Notch-Filter-Ausgang und unten dem Meßsignal. Deutlich auf beiden Bildern sind in der Nähe des Nulldurchgangs scharfe Nadelimpulsanteile zu sehen, die bei den Übergängen der Endtransistoren um Null herum dadurch entstehen, daß der positive Transistor gerade noch leitet und der negative anfängt, leitend zu werden. Diese Umschaltflanken sind jedoch nur mit erheb-

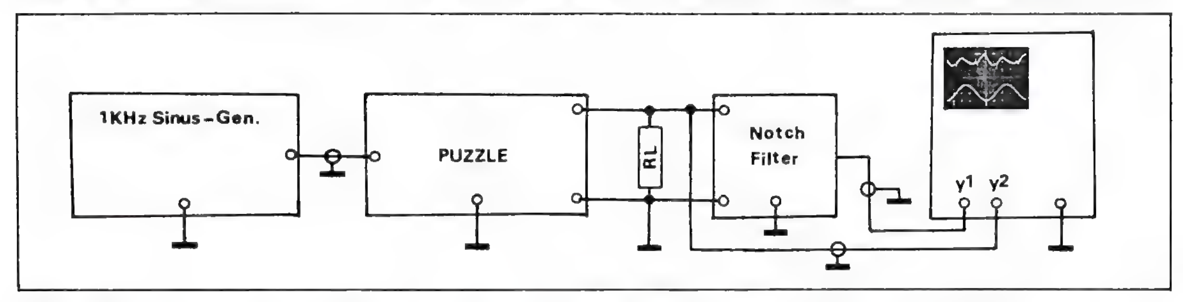


Bild 11. *Klirrfaktormessung mit Sinusgenerator, Notch-Filter und Oszilloskop. Die Last (Nennlast 4 Ohm) ist auch in diesem Fall angeschlossen. Die Klirrfaktormessung erfolgt bei Nennlast, halber Last und bei 50 mW Ausgangsleistung.*

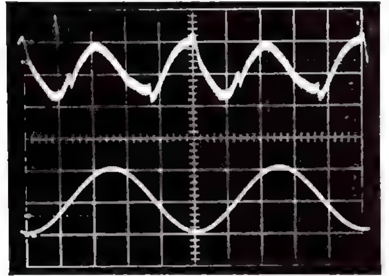


Bild 12. *Klirrfaktormessung mit Notchfilter. Das Schirmbildfoto des linken Kanals. Unten das Verstärkerausgangssignal, Skala 5 V/cm. Oben der Ausgang des Notchfilters, Skala 2 V/cm. Die typischen „Cross-over"-Spitzen sind gut erkennbar.*

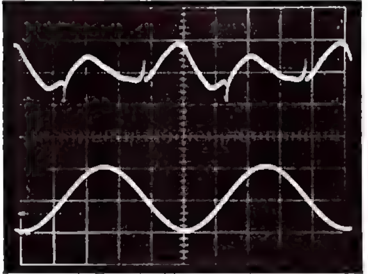


Bild 13. *Klirrfaktor des rechten Kanals. Eine Abschätzung des Klirrfaktors anhand der Schirmbilder ist durchaus möglich: Skalenfaktoren wie in Bild 12, also 2:5. Das Ausgangssignal des Notchfilters ist 100fach verstärkt.*

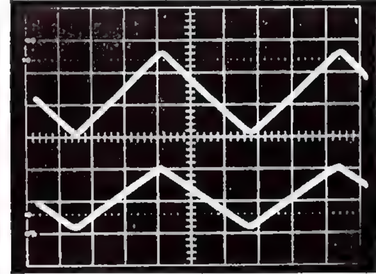


Bild 14. *Messung mit Dreieckspannung, gleichermaßen zur Beurteilung von Frequenzgang und Klirrfaktor geeignet. Unten das Ausgangssignal des Funktionsgenerators, oben die durchaus saubere Ausgangsspannung des Verstärkers.*

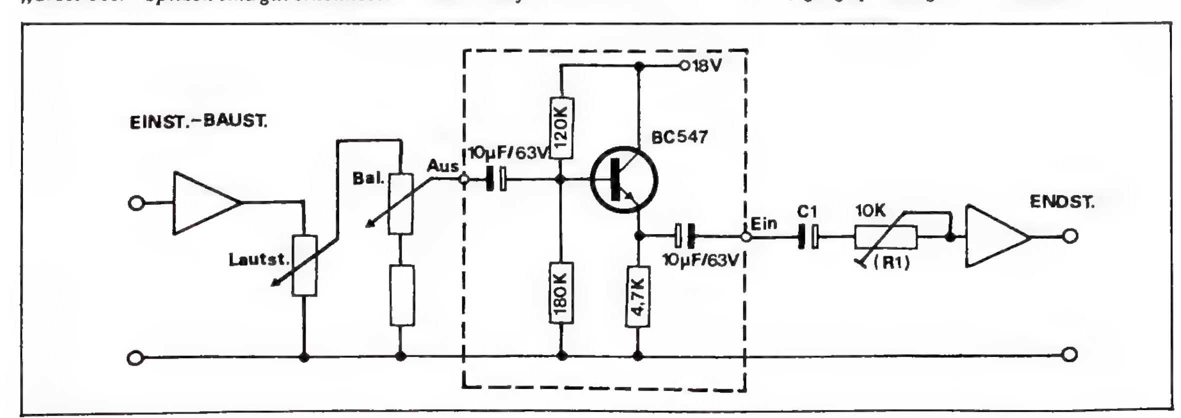


Bild 15. *Dieser Impedanzwandler (1 Kanal im gestrichelten Rahmen dargestellt), zwischen Einstellbaustein und Endstufen zusätzlich geschaltet, verringert die Belastung am Ausgang des vorderen Bausteins (evtl. erhöhte Ausgangsleistung des Verstärkers).*

lichem Schaltungsaufwand in den Endstufen zu kompensieren. Der Löwenanteil des gesamten Klirrfaktors liegt bei Verzerrungen im Bereich der 2. Harmonischen, die den meisten Verstärkern eigen sind.
Das bereits viel zitierte DIN-Blatt fordert für einen Vollverstärker max. 1 %, und auch hier glänzt der „Puzzle" mit 0,36 % bzw. 0,35 %, jeweils bei Nennlast. Bei p/2 sind es nur 0,24 % und bei 50 mW 0,28 %. Das sind zwar im Vergleich mit HiFi-Exoten (0,006%) relativ „schlechte" Werte, doch gemessen an Aufwand und Preis des „Puzzles" eher respektable und durchaus praktische Ergebnisse.
In Bild 14 ist eine Messung mit Dreieckspannung zu sehen; unten das Generatorsignal, oben das Verstärkerausgangssignal. Das „saubere" Dreieck deutet ebenso auf linearen Frequenzgang und niedrigen Klirrfaktor.
Im letzten Prüfdurchgang wird jetzt mit dem Millivoltmeter der Signal-Rausch-Abstand (S/N-Ratio) gemessen, der mit –48 dB bei 50 mW noch 3 dB unter der DIN-Forderung liegt. Legt man gar Nennleistung zugrunde, so sind es stattliche –70 dB. Viele ausländische Hersteller von HiFi-Geräten messen S/N-Ratio nämlich entgegen der DIN-Forderung mit Nennlastbezug und erreichen so oft „Traumwerte".
Die bei meinem Musteraufbau gemessenen Daten brauchen sich keinesfalls zu verstecken, können allerdings wie bei allen Selbstbaugeräten keine Allgemeingültigkeit besitzen. Bauteiletoleranzen können durchaus abweichende Ergebnisse in verschiedenen Punkten liefern. Insbesondere die Empfindlichkeit der Eingangsverstärker und die Eingangsimpedanz der Endstufen können abweichen.
Sollten die angestrebten Ausgangsleistungen im Einzelfall nicht zu erreichen sein, bringt ein Impedanzwandler zwischen Klangfilter und Endstufe hier schnell bessere Ergebnisse. Zusammen mit einem Trimmer an Stelle von R1 auf dem Endstufenprint lassen sich dann auch Unterschiede in der Verstärkung ausgleichen. Mit einem Voltmeter im Wechselspannungsbereich kann man gleiche Ausgangsspannungen (10 V an 4 Ohm für 25 W) einstellen.
Die Schaltung der Impedanzwandlerstufe stellt Bild 15 dar. Mit diesen Ergänzungen lassen sich für die Lineareingänge 150 . . . 200 mV und für den Phonoeingang 2 . . . 5 mV Empfindlichkeit für jeweils Nennlast erzielen. Bild 16 und 17 zeigen den „fliegenden Aufbau" des Impedanzwandlers in beiden Kanälen.
Abschließend ein Tip: Sollte zum Einbau kein Metallgehäuse Verwendung finden, so ist unter dem Eingangsprint ein Abschirmblech gegen Brummeinstreuungen vorzusehen.

Horst Ostholt



Bild 16. *Drei Widerstände, ein Transistor und zwei Elkos bilden den Impedanzwandler, der zwischen Einstellbaustein und Endstufe geschaltet werden kann.*

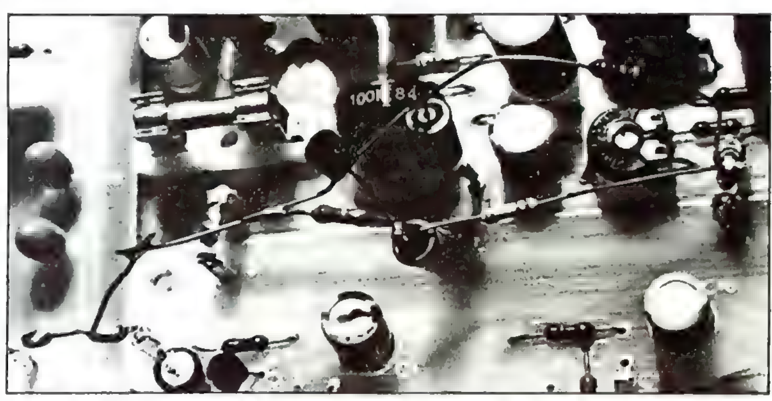


Bild 17. *Der Impedanzwandler im anderen Kanal. Unbedingt beachten, daß die Speisespannung 18 V betragen muß, sie wird vom Einstellbaustein (Z-diode) bezogen.*

Gemessene Daten

Frequenzgang *(Line-Eingänge) 16 Hz...22 kHz*	*0,5 dB*
Höheneinsteller bei 12 kHz	*- 12,9 dB*
12 kHz	*+ 15,6 dB*
bei 20 kHz	*- 16,5 dB*
20 kHz	*+ 17,9 dB*
Tiefeneinsteller bei 50 Hz	*- 12,1 dB*
50 Hz	*+ 15,6 dB*
Phono RIAA-Entzerrung zwischen 40 Hz und 16 kHz	*± 2 dB*

Klirrfaktor *jew. 1 Kanal mit 1 kHz Sinus bei u_{SS} = 30 V an 4 Ohm reell*

bei P max	*0,36 %*
bei P/2	*0,24 %*
bei 1 W	*0,26 %*
bei 50 mW	*0,28 %*

Signal/Rausch-Abstand	*Line-Eing.*	*Phono*
bezogen auf 50 mW	*48 dB*	*43 dB*
bezogen auf Nennlast	*70 dB*	*63,5 dB*
bezogen auf P/2	*61 dB*	*54 dB*

Übersprechen *bei P/2 und 1 kHz*
47 dB

Die Daten des Puzzle-Verstärkers. Zur Messung dienten u.a. ein Frequenzzähler, ein Millivoltmeter und ein Meßgleichrichter.

Radio und Fernseher am richtigen Draht



Von der Antenne bis zum Zweitgeräteanschluß

Wer kennt es nicht: Als einer, der mit Lötkolben und Transistoren umgehen kann, kommt der Hobby-Elektroniker schnell in den Ruf, ein Fachmann für alle Gebiete der Elektronik zu sein. Wie oft passiert es nicht, daß jemand ihm seine Probleme anvertraut und von ihm eine Lösung erwartet.
Bei vielen Fragen dreht es sich immer wieder um Antennenanlagen. Wer viel Geld für große Stereoanlagen und Farbfernsehgeräte ausgibt, möchte auch deren technische Möglichkeiten voll ausnutzen, aber das beste Gerät kann nicht zufriedenstellend arbeiten, wenn die Antenne keine einwandfreien Signale liefert. Viele überkommt ein ungutes Gefühl in der Magengegend, wenn solche Fragen an sie herangetragen werden. Undurchsichtige Fachbegriffe schrecken von vornherein ab: Anpassung, Rauschen, dB und ähnliches mehr. Die Suche nach verständlichen Fachbüchern ist meistens ergebnislos. Bevor hier ein konkretes Antennenproblem angepackt wird, sind die wichtigsten Begriffe zu klären.

Technische Grundlagen

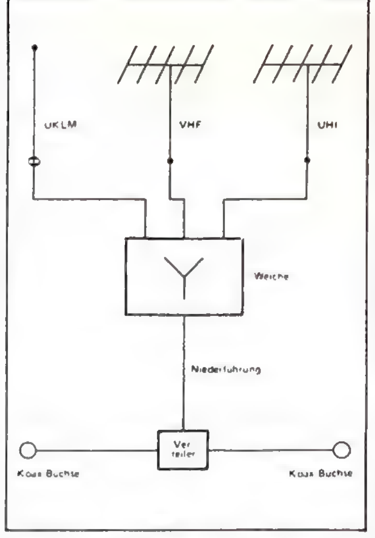
Antennenanlagen sollen nur mit 75 Ohm Koaxialkabel aufgebaut werden. Koaxialkabel, oder kurz „Koax", hat zwei Leiter für die Hin- und Rückführung des Stromes, wie jedes „normale" Kabel auch. Das besondere an diesem Kabel ist jedoch, daß ein Leiter als Außenleiter um den inneren herumgelegt ist. Er schirmt den Innenleiter gegen äußere Störungen ab. Dadurch hat das Kabel den Vorteil, daß es an fast allen Stellen verlegt werden kann, zum Beispiel auch unter Putz oder in Metallrohren.

Was bedeuten nun die 75 Ohm? Hiermit ist die Größe des „Wellenwiderstandes" gemeint. Die Sache erscheint etwas verwirrend, denn solange man auch mit einem Vielfachmeßgerät an einem Kabelstück herummißt, 75 Ohm wird man niemals ablesen können, denn dieser Widerstand ist in etwa mit dem Resonanzwiderstand eines Schwingkreises zu vergleichen (siehe P. E. 3/79, S. 32).
Wichtig ist, daß alle Bauteile und auch der Verbraucher diesen Wellenwiderstand von 75 Ohm haben, sonst kommt es zu Reflexionen auf der Leitung und es können auf dem Fernseher „Geisterbilder" entstehen. Je mehr die Wellenwiderstände der verschiedenen Bauteile voneinander abweichen, desto größer werden die Störungen.
Noch vor einigen Jahren wurden Antennenanlagen in 60 Ohm-Technik aufgebaut. In diese Anlagen können moderne 75 Ohm-Bauteile meist bedenkenlos eingebaut werden. Der Fehler, der dadurch entsteht, führt nur in seltenen Fällen zu einer merkbaren Verschlechterung der Nutzsignale.
Früher wurden kleine Antennenanlagen oftmals auch mit unabgeschirmten 240 Ohm- oder später mit 300 Ohm-Leitungen aufgebaut. Hierauf soll jetzt nicht weiter eingegangen werden, da diese Technik wegen ihrer großen Störanfälligkeit praktisch verschwunden ist.

Da der Wellenwiderstand eines solchen Kabels von seinem mechanischen Aufbau abhängt, darf Koax niemals geknickt oder gequetscht werden; eine Verschlechterung der Übertragung wäre die Folge.
Wenn ein Fernsehgerät über ein Koaxkabel richtig mit einer Antenne verbunden worden ist und auf dem Schirm er-

dB-Tabelle

Dämpfung	dB	Verstärkung
1,0	*0,0*	*1,0*
0,94	*0,5*	*1,06*
0,89	*1*	*1,12*
0,84	*1,5*	*1,19*
0,8	*2*	*1,25*
0,75	*2,5*	*1,33*
0,71	*3*	*1,41*
0,67	*3,5*	*1,5*
0,63	*4*	*1,6*
0,6	*4,5*	*1,67*
0,56	*5*	*1,78*
0,53	*5,5*	*1,88*
0,50	*6*	*2,0*
0,47	*6,5*	*2,12*
0,45	*7*	*2,24*
0,42	*7,5*	*2,37*
0,4	*8*	*2,5*
0,38	*8,5*	*2,66*
0,35	*9*	*2,82*
0,33	*9,5*	*3,00*
0,32	*10*	*3,16*
0,28	*11*	*3,55*
0,25	*12*	*4,00*
0,22	*13*	*4,5*
0,2	*14*	*5,00*
0,18	*15*	*5,62*
0,16	*16*	*6,3*
0,14	*17*	*7,1*
0,125	*18*	*8,0*
0,11	*19*	*8,9*
0,10	*20*	*10,0*
0,089	*21*	*11,2*
0,08	*22*	*12,5*
0,071	*23*	*14,1*
0,063	*24*	*16,0*
0,056	*25*	*17,8*
0,050	*26*	*20,0*
0,045	*27*	*22,4*
0,04	*28*	*25,0*
0,035	*29*	*28,2*
0,032	*30*	*31,6*
0,028	*31*	*35,5*
0,025	*32*	*40*
0,022	*33*	*45*
0,020	*34*	*50*
0,018	*35*	*56*
0,016	*36*	*63*
0,014	*37*	*71*
0,0125	*38*	*80*
0,011	*39*	*89*
0,01	*40*	*100*
0,0056	*45*	*178*
0,0032	*50*	*316*
0,0018	*55*	*562*
0,001	*60*	*1000*



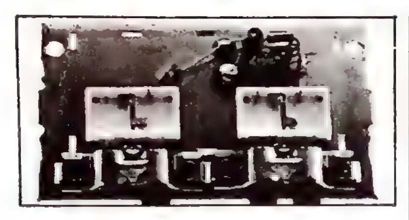
Prinzipschaltbild einer Antennenanlage. Antennen, Weiche und Niederführung sind vorhanden. Der Verteiler kommt zwischen Niederführung und Buchsen.

scheint das Bild des eingestellten Senders verschneit, dann ist dies ein Hinweis dafür, daß die HF-Spannung am Tunereingang des Fernsehgerätes zu gering ist. Diese Erscheinung wird „Rauschen" genannt. Nun darf man aber in diesem Fall nicht unüberlegt einen Antennenverstärker anschließen, denn auch dieser braucht eine bestimmte Eingangsspannung, um einwandfrei arbeiten zu können.
Der Verstärkungsfaktor und auch die Dämpfung einer Anlage werden in „dB" angegeben. Hier soll nicht erst lange die Ableitung dieser Größe erklärt werden, sondern gleich die Anwendung: Um die Ausgangsspannung eines Antennenverstärkers zu ermitteln, braucht nur die Verstärkereingangsspannung mit dem Faktor multipliziert zu werden, der hinter dem dB-Wert in der Spalte Verstärkung steht. Den dB-Wert eines Verstärkers findet man in den zugehörigen technischen Unterlagen. Kleine Verstärker haben meistens eine Verstärkung von rund 20 dB; das heißt, wenn am Eingang das Nutzsignal 1 mV beträgt, ist die Ausgangsspannung 10 mV. Wenn die Dämpfung eines Bauteiles, zum Beispiel Kabel oder Verteiler, bekannt ist, muß der zum dB-Wert zugehörige Dämpfungsfaktor aus der Tabelle entnommen und die Eingangsspannung mit diesem multipliziert werden. Die Ausgangsspannung ist jetzt kleiner als die Eingangsspannung.

Praktische Durchführung

Nachdem die wichtigsten Grundlagen bekannt sind, kann schon ein einfaches





Problem gelöst werden. Oftmals kommt es vor, daß an eine Antenne zwei Geräte angeschlossen werden sollen. Dabei sind drei wichtige Punkte zu beachten:

1. Die Antennenspannung muß für zwei Geräte ausreichend sein.

2. Der Wellenwiderstand muß auch an der Verteilungsstelle weiterhin 75 Ohm betragen.

3. Es muß dafür gesorgt sein, daß sich die Geräte nicht gegenseitig stören können.

Die Höhe der Antennenspannung kann nur mit einem dafür vorgesehenen Meßgerät ermittelt werden. Diese Geräte kosten zwischen 1000 und 2000 DM. Es gibt aber eine billige Methode, die Näherungswerte ergibt.
Ein Fernsehgerät liefert bei ca. 1 mV Eingangsspannung ein rauschfreies Bild. Wenn in die Niederführung so viele Dämpfungsglieder mit fest eingestellter und somit bekannter Dämpfung geschaltet werden bis das vorher einwandfreie Bild verschneit wird, liegen am Tunereingang ca. 1 mV. Aus der Summe der vorgeschalteten Dämpfungsglieder kann auf die Höhe der Spannung vor den Dämpfungsgliedern rückgeschlossen werden. Es muß nur der dB-Wert aller Dämpfungsglieder zusammengezählt, in der dB-Tabelle bei diesem Wert unter Verstärkung nachgesehen und mit 1 mV (Eingangsspannung für gerade noch rauschfreies Bild) multipliziert werden. Das Ergebnis ist die ungefähre Größe des Nutzsignals in Millivolt.
Wenn bei diesem Versuch eine Spannung von mindestens 2-3 mV ermittelt wird,



kann eine Verteilung auf zwei Geräte vorgenommen werden. Normalerweise erreicht man in gut versorgten Gebieten eine weitaus höhere Spannung (ca. 5 mV), so daß gleich mit dem Aufbau der Schaltung begonnen werden kann.
Wie geht es jetzt weiter? Einfach zusammenklemmen kann man die Leitungen nicht, da dann an dieser Stelle keine Anpassung mehr herrscht und beide Geräte nicht gegeneinander entkoppelt sind.



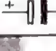
Für die Verteilung muß ein zweifach Stammleitungsverteiler mit Trafoschaltung verwendet werden. Dieses Bauteil sorgt dafür, daß der Wellenwiderstand von 75 Ohm bestehen bleibt. Außerdem wird das Nutzsignal nur wenig gedämpft, nämlich 4 dB. Das Besondere aber ist, daß die Störsignale, die ein Fernsehgerät auf die Leitung bringt, mit über 20 dB hin zum anderen Gerät gedämpft werden. Ein Verteiler dieser Art ist zum Beispiel der GLV 531. Wenn die Spannung allerdings nur für ein Gerät ausreicht, muß vor den Verteiler ein kleiner Breitbandverstärker geschaltet werden.
Sehr oft wird es vorkommen, daß an eine Antennenanlage, die auch die Rundfunkbereiche empfängt, zwei Fernsehgeräte und gleichzeitig zwei Rundfunkgeräte angeschlossen werden sollen. Hier muß hinter dem Verteiler oder der Verteiler-Verstärker-Kombination nur eine Antennensteckdose für Einzelanlagen angeschlossen werden. Eine Dose dieser

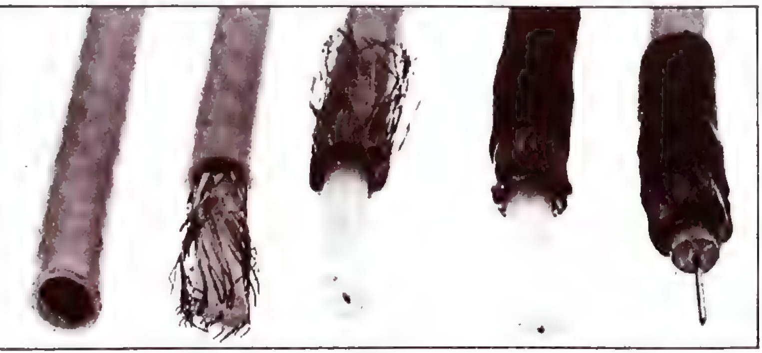
Dose	Verteiler
DF 10	*DM 47*
ESD 81	*EBO 21*
GAD 402	*GLV 531*

Art hat praktisch keine weitere Dämpfung (1 dB) und besitzt je einen genormten Steckerausgang für Rundfunk und Fernsehen. Bei den Dosen GAD 402 und GAD 802 handelt es sich um solche Typen.

Gemeinschaftsantenne

Sollen an eine Gemeinschaftsantenne zwei Fernsehgeräte angeschlossen werden, kann ein dafür speziell vorgesehenes Bauteil verwendet werden, zum Beispiel der Zweitgeräteverstärker VLD 102. Er wird einfach an Stelle des Empfängeranschlußkabels in die Antennensteckdose gesteckt. Die Anschlußkabel der beiden Fernsehgeräte können dann an diesen Verstärker angeschlossen werden. Der Umbau dauert nur wenige Sekunden. Da der Verstärker auch noch nach außen hin eine Verstärkung von 8 dB aufweist, können die Anschlußkabel gern 20...30 m lang sein.
Rundfunkgeräte können hier nicht angeschlossen werden. Da hilft im Moment nur eines: den GLV 531 verwenden und die Verbindungen selbst bauen.
An dieser Stelle sei bemerkt, daß es für Gemeinschaftsanlagen noch elegantere Möglichkeiten gibt, jedoch sollte man auf keinen Fall die Anschlußdose öffnen und einen Eingriff in die Anlage vornehmen, da es zu Störungen bei anderen Teilnehmern führen kann und die jetzigen Grundlagen noch nicht ausreichen, um derartige Umbauten zu erörtern.

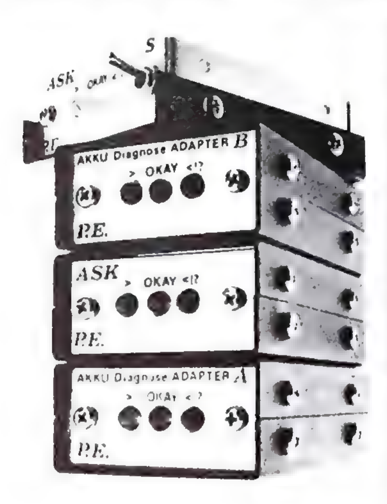




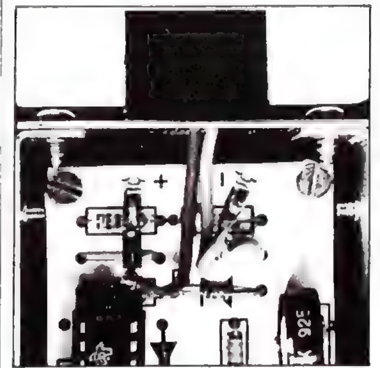
Das Abisolieren von Koax-Kabel geht in folgenden Schritten vor sich: Die äußere Isolation mit einem scharfen Messer aufschneiden, ohne das darunter liegende Abschirmgeflecht zu beschädigen; das Geflecht mit einer Nadel o.ä. entflechten, Adern zum langen Ende hin umbiegen. Zuletzt wird die Isolation des zentralen Leiters ringsum aufgeschnitten (ohne Berührung des Leiters) und abgezogen.

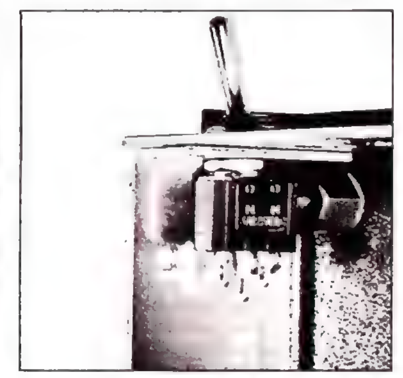
Nochmals: A.S.K.

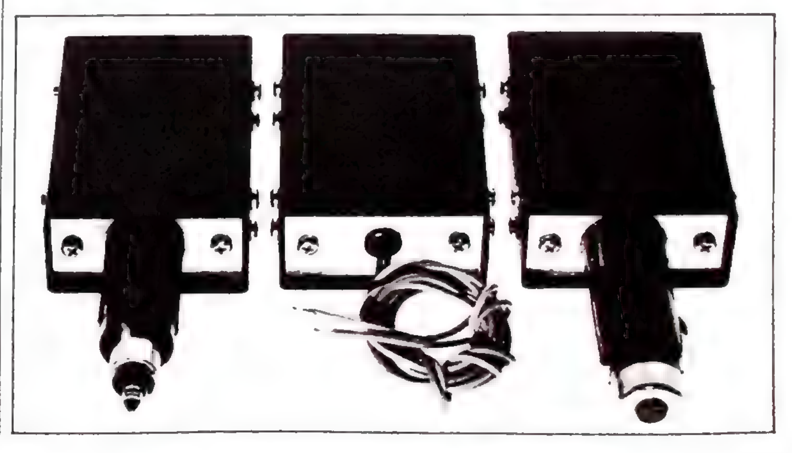
Diese kleine Schaltung, die mit 3 LEDs den Ladezustand des Auto-Akkus überwacht, hat unseren Lesern offenbar besonders gut gefallen, dies zeigen die Bemerkungen auf den Hitparade-Karten, die seit Erscheinen der Ausgabe 11/79 bei der Redaktion eingetroffen sind. Deshalb geben wir hier noch einige Tips für den Aufbau.



A.S.K. heißt diese Überwachungsschaltung, weil „Akku-Spannungs-Kontrolle" ein bißchen lang ist; nach der großen Resonanz könnte man auch frech behaupten, A.S.K. heißt „Alle Sagen Klasse." Aber jetzt zur Sache.
Insbesondere wurde nach dem Gehäuse gefragt, auf dem die Schaltung trohnt (Titelbild 11/79), das aber mit keinem Wort erwähnt wurde. Es ist der Typ GSA 9001, ein schönes, kleines, sauber verarbeitetes Metallgehäuse, das im gut sortierten Fachhandel geführt wird. Verwendet man diesen Typ, so können die drei LEDs nicht unmittelbar eingelötet werden. Man bohrt drei passende Löcher in die Frontplatte, klebt die LEDs ein und stellt mit dünnen Drähten (oder Litze) die Verbindungen zum Print her.
Die Beschriftung der Frontplatten, die in den Fotos zu erkennen sind, wurden mit Anreibesymbolen auf der vorher entfetteten Platte hergestellt; bei diesem Verfahren muß eine Schutzschicht gegen Abrieb aufgesprüht werden.
Die beiden mit „Akku Diagnose Adapter" bezeichneten Geräteausführungen haben auf der Rückseite einen speziellen Adapter-Stecker. Der Adapter im Foto links paßt in Bordnetzbuchsen, wie sie in Autos oft vorhanden sind. Der rechte Adapter paßt in die Zigarettenanzünder-Buchse. Es ist keineswegs vorgesehen, das ganze Gerät dort ständig zu betreiben, vielmehr steckt man es bei gelegentlichen Kontrollen kurz ein.
Beide Adapterstecker wurden mit Zweikomponentenkleber befestigt.
Eine der hier gezeigten Geräteausführungen ist mit einem Subminiaturschalter ausgerüstet, der in der positiven Speiseleitung zum Akku liegt. Der Platz reicht soeben, weil er an die Stelle einer der beiden Schrauben der Frontplatte kommt. Das vorhande Loch muß entsprechend aufgebohrt werden. Die Gehäusekonstruktion wird dabei nicht geschwächt, weil beim Festziehen der Befestigungsschraube des Schalters die beiden Gehäuseteile (Rahmen und Frontplatte) wieder „verbunden" werden.
Die Ausführung mit Schalter ist z.B. dann zweckmäßig, wenn der Akku in einem Boot überwacht werden soll und ein Festeinbau vorgesehen ist. Im Dauerbetrieb und bei längerer Abwesenheit würde die A.S.K. den Akku stärker entladen, als nach den Umständen unvermeidlich.
Das Foto, das eine Teilansicht des Prints zeigt, enthält ein bemerkenswertes Detail, nämlich eine Si-Diode, die als Verpolungsschutz dient, Schließt man die A.S.K. falsch an das Bordnetz an, dann funktioniert sie zwar nicht, aber mit der Diode kann auch nichts kaputt gehen. Der Halbleiter liegt in der Plusleitung, mit dem Kathodenring am Plus-Pin des Prints. Das ist kein Fehler, denn der wahre „Plus" ist der Akku; an diesem liegt also die Anode, richtigerweise.
Mit Verpolschutzdiode heißt es aufpassen beim Abgleich, denn messen muß man „außen", wenn die Schaltpunkte für die LEDs richtig eingestellt sein sollen.
Abschließend sei noch bemerkt, daß die A.S.K. im Gegensatz zu ähnlichen Schaltungen nur zwei Abgleichtrimmer hat und daß die beiden Abgleichpunkte voneinander unabhängig sind.









Lauflicht

„Walking Lights" mit überraschenden Effekten

Schon wieder ein Lauflicht, werden Sie vielleicht denken. Nun, in P.E. ist es „erst" das zweite. Das erste, das „n-Kanal-Lauflicht", paßt nicht in das P.E.-Lichtmischpult, um dessen Erweiterung es hier geht. Deshalb war der Autor gezwungen, ein Lauflicht zu konstruieren, das sich in das Lichtpult-Konzept einfügen läßt.
Das Problem war die Tatsache, daß das Lichtpult neun Kanäle bzw. ein Vielfaches von neun hat, während alle auf dem Markt befindlichen ICs nur in Größenordnungen von 2, 4, 8, (10), 16 usw. denken können. Es kostete eine Menge geistiger Liegestütze, um trotzdem mit solchen ICs passende Laufbilder zu erzeugen. Das Lauflicht erzeugt ca. 20 verschiedene, zum Teil ausgesprochen überraschende, gut anzusehende Laufbilder, die mit zwei Stufenschaltern angewählt werden können. Diese Schalter kommen später auf das Bedienungspult.

Ein Lauflicht ist eine Schaltung, die eine Kette von Lampen so steuert, daß ein bestimmtes Muster aus leuchtenden und nichtleuchtenden Lampen in der Kette durchgeschoben wird.. Dies geschieht kontinuierlich, d.h., das Muster läuft am Ende der Kette zwar aus dieser heraus, kommt aber am Anfang wieder herein. Bessere Lauflichter lassen die Wahl verschiedener „Leuchtmuster" zu. Wieviel Lampenstellen ein solches Muster hat, bis es sich wiederholt, hängt von der Anzahl der Kanäle der Lauflichtschaltung ab.
Um diese EIN/AUS-Muster zu erzeugen, verwendet man im allgemeinen Schieberegister. Das sind elektronische Schaltungen, die bei jedem Taktsignal, das von einem Generator erzeugt wird, eine vorne eingegebene Information um eine Stelle weiterschieben. Jede Stelle hat einen eigenen Ausgang, von dem der jeweilige Lichtkanal gesteuert wird.
Eine Eingangsschaltung erzeugt die Ja/Nein- bzw. EIN/AUS-Information. Bei jedem Taktimpuls wird diese Eingangsschaltung abgefragt, ihre „Aussage" gelangt in die erste Registerstelle; beim nächsten Takt in die zweite, während die Programmschaltung am Eingang erneut abgefragt wird und das erste Register diese Information übernimmt.

So kann also durch geschicktes Steuern des Eingangs in den Registern ein wildes Durcheinander erzeugt werden oder aber, dies ist die Praxis, ein systematisches Programm, das dann immer wiederkehrt (Zyklusbetrieb).
Das „Schiebeprogramm" erscheint ebenfalls an den Ausgängen der Register.

Blockschaltbild

Das (extern erzeugte) Taktsignal geht u.a. auf das Schieberegister. Es hat neun Registerstellen, von jedem der neun Ausgänge geht es in bekannter Lichtpultmanier auf Leistungsstufen, deren

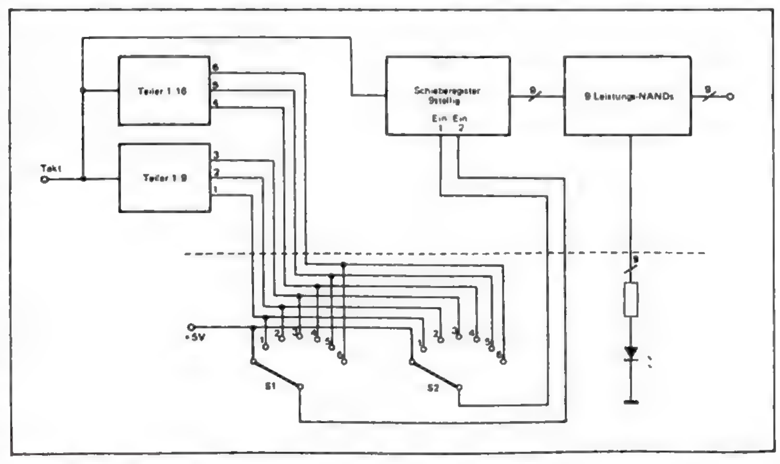


Bild 1. *Blockschaltung des Lauflichtes. Zwei Zähler erzeugen die Eingangsinformationen für das Schieberegister. Mit zwei Schaltern kann man die Programme einstellen.*

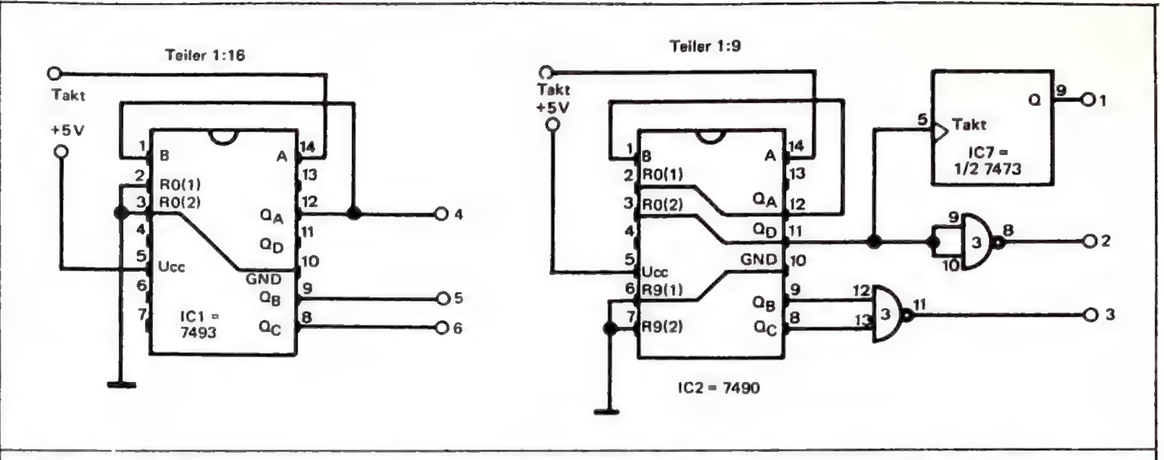


Bild 2 und 3. *Die Schaltungen der beiden Teiler, die mit einem Taktsignal gesteuert werden und die Programmuster erzeugen.*

Ausgänge zur Stiftleiste des Prints geführt sind. Wie schon bei den anderen Effekten, die im Lichtpult vorgesehen sind, können auch LEDs über Vorwiderstände angeschlossen werden. Sie liegen in Bild 1 unterhalb der gestrichelten Linie, also außerhalb des Prints. Man kann sie später in das Steuerpult einbauen.

Das Schieberegister hat zwei Eingänge, die als UND-Gatter (intern) verschaltet sind. Beide Eingänge müssen also H sein, wenn ein H-Signal eingelesen werden soll.

Der Programm-Erzeugerteil ist vielleicht nicht so ganz einfach zu verstehen. Das Taktsignal gelangt auch auf zwei Zähler (Teiler), die im Prinzip wie übliche Impulszähler arbeiten und BCD-Code-ähnliche Signale an ihren Ausgängen führen. An diesen Ausgängen 1..3 und 4...6 erscheinen also bestimmte Muster aus H- und L-Signalen, wobei jedes Muster eine eigene Zykluslänge hat. Diese Muster gelangen über die Schalter auf die beiden Eingänge des Schieberegisters. Steht z.B. der linke Schalter in Stellung 1, so ist einer der Schieberegistereingänge immer H, auf den anderen gelangt das Muster von dem Zählerausgang, der mit dem rechten Schalter angewählt wurde.

Mit den Schaltern lassen sich auch gemischte Muster einstellen, z.B. Ausgang 1 + 3, 4 + 5 usw., jedoch ergeben nicht alle möglichen Schalterkombinationen unterschiedliche Laufbilder.

Die Schalter befinden sich nicht auf dem Print, sondern später auf dem Steuerpult, was durch die gestrichelte Linie angedeutet ist.

Der Teiler 1:9

Das wohl schönste Laufbild wird mit diesem Teiler erzeugt. Bei jedem Taktsignal wird ein weiteres Register auf H gesetzt, bis schließlich alle Register H sind (dabei sind aufgrund nachgeschalteter Inverter alle Ausgänge L, also alle Lampen aus). Der 10. Taktimpuls setzt das 1. Register auf L, die dort angeschlossene Lampe leuchtet. Bei jedem weiteren Taktimpuls leuchtet je eine weitere Lampe auf, bis „alle Neune" leuchten. Dann beginnt von vorne die Dunkelsteuerung, bis alle Lampen aus sind. Frage am Rande: Ist das etwa ein Lauflicht, wie lautet denn das Muster? Es ist ein 18stelliges Programm-Muster, von dem jedoch nur 9 Stellen zu sehen sind! Um dieses Laufbild zu erzeugen, werden neun Takte L-Signal und neun Takte H benötigt, die von dem IC 7490 (Zähler bis 10) erzeugt werden. Aber alleine schafft dieses IC das nicht. Erscheint an den Ausgängen des 7490 die Zahl 8, also die Kombination HLLL an den vier IC-Ausgängen, so wird ein Speicher gesetzt (FlipFlop 7473). Bei der Zahl 9 (also HLLH) wird der Zähler auf Null zurückgesetzt und fängt von vorne wieder an. Sobald die 8 wieder erreicht ist, wird der Hilfsspeicher 7473 gelöscht, er war jetzt neun Impulse „lang" auf H.

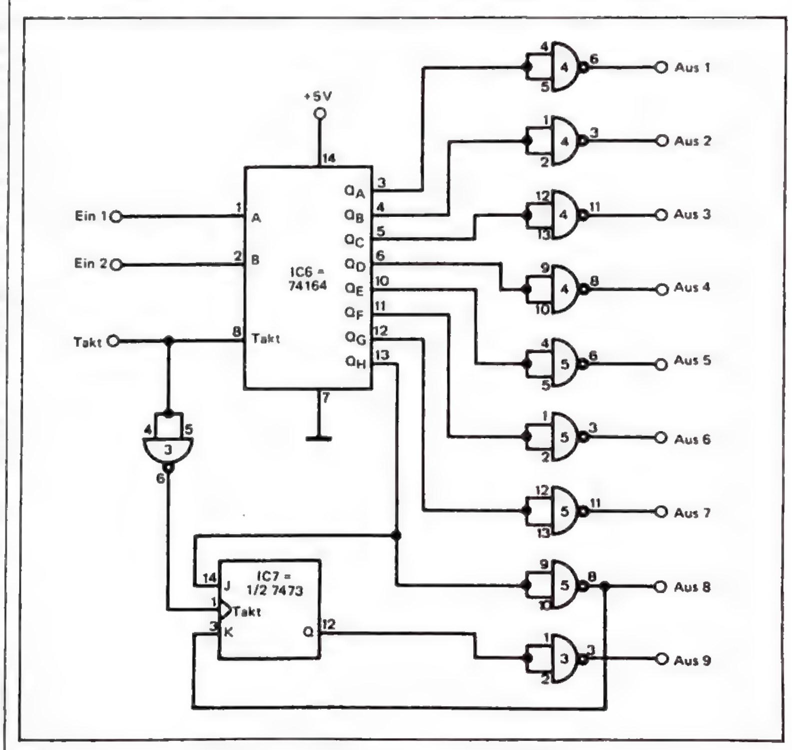
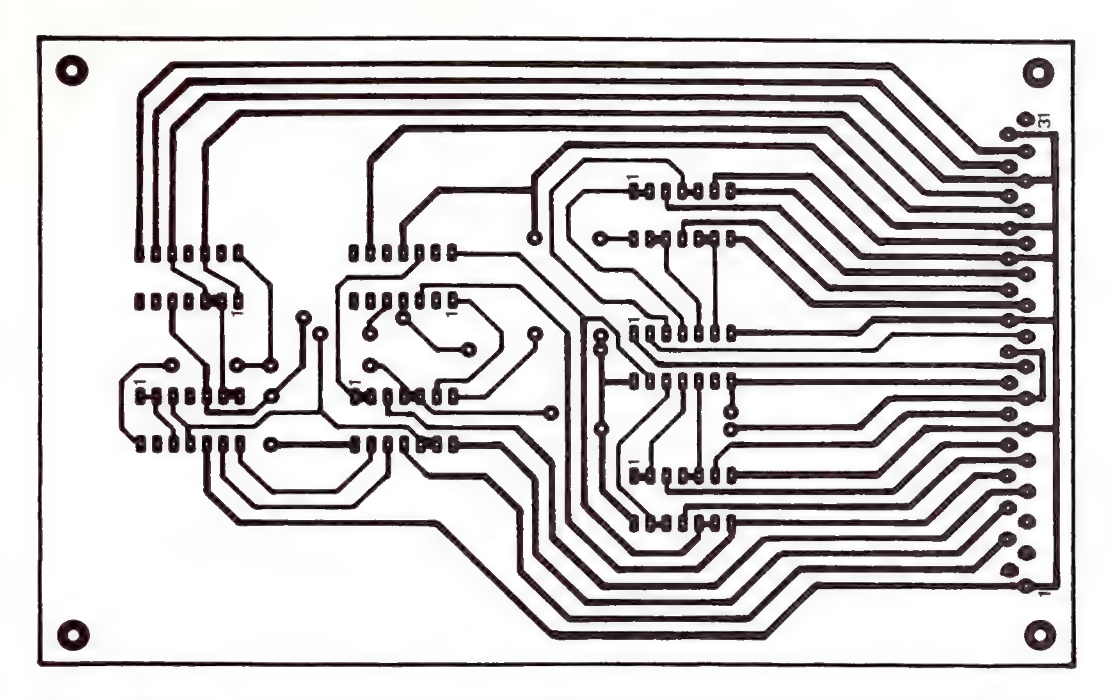


Bild 4. *Das 8stellige Schieberegister wird mit einem FlipFlop auf neun Stellen erweitert. An den Ausgängen liegen die neun Leistungs-NANDs.*



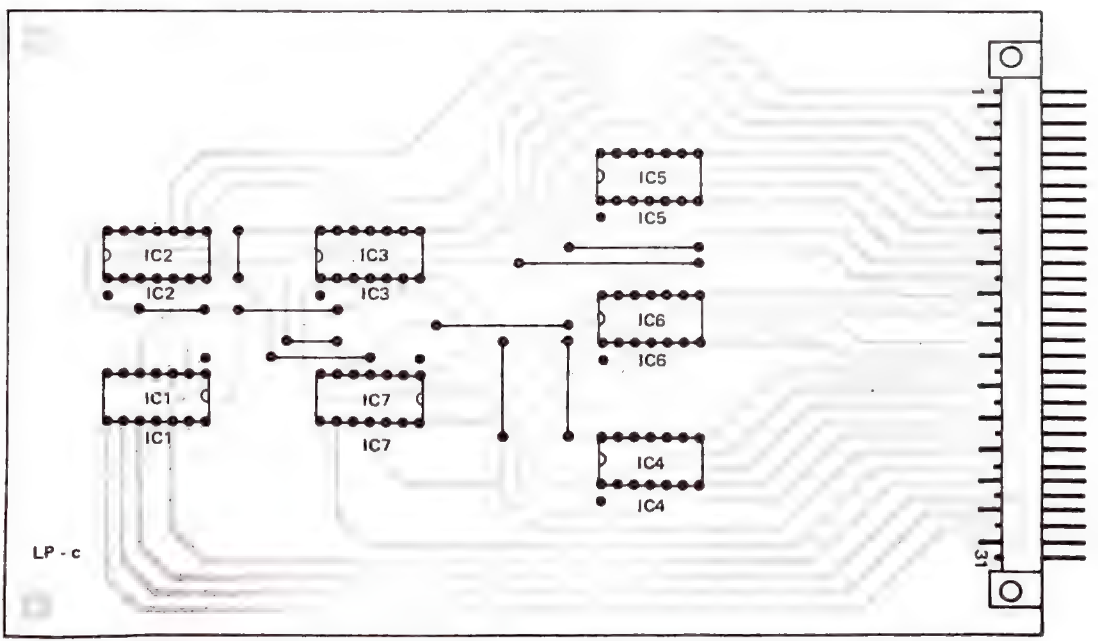


Bild 5 und 6. *Print und Bestückungsplan für das Lauflicht, wie die anderen Einheiten im Euroformat 100 x 160. Für die ICs sollte man Fassungen vorsehen, auch Meterware (IC-Fassungsstreifen) eignet sich hier. Je flacher die Fassungen sind, um so geringer ist die Einbauhöhe der Prints, was insbesondere dann wichtig ist, wenn man die Karten in einem Kartenträger „querstapeln" will. Der Print hat diesmal 10 Drahtbrücken. Falls statt der Stiftleiste Lötstifte vorgesehen werden, müssen die Löcher bei den belegten Anschlüssen auf 1,3 mm aufgebohrt werden. Steckbare Prints sind aber eine feine Sache. Wer die Technik noch nicht praktiziert hat, sollte sie mal probieren.*

Nach vielem Probieren hat sich herausstellt, daß nur noch zwei weitere Signalkombinationen, die sich aus den Ausgangssignalen des Zählers bis 9 erzeugen lassen, tatsächliche „sinnvolle" Laufbilder ergeben. Das erste (Ausgang 2) wird mit einem Inverter aus dem gleichen Signal gewonnen, das den Zusatzspeicher steuert. Eine leuchtende Lampe wird „durchgeschoben." Verknüpft man die Signale der Zählerausgänge B und C über ein NAND-Gatter, so laufen zwei leuchtende Lampen (Ausgang 3).

Der Teiler 1:16

Dieser Teiler arbeitet mit einem IC vom Typ 7493. An seinen Ausgängen stehen die Teilerverhältnisse 1:2, 1:4, 1:8 und 1:16 zur Verfügung.
Auf das Teilerverhältnis 1:16 wird ganz bewußt verzichtet, da das zugehörige Laufbild dem des Teilers 1:9 mit nachgeschaltetem Hilfsspeicher fast entspricht. Mit dem kleinen Unterschied, daß die Ausgänge 1 und 9 des Registers inverses Verhalten zeigen. Das bedeutet, daß Ausgang 9 noch auf H steht, wenn Ausgang 1 bereits auf L geht. Natürlich muß dazu das Programm einmal ganz durch das Schieberegister gelaufen sein. Am Pin 12 des Teilers (Ausgang 4) steht das Teilerverhältnis 1:2 zur Verfügung.
Das Laufbild, das mit diesem Signal erzeugt wird, lautet: EIN-AUS-EIN-AUS usw. Auf Ausgang 5 geschaltet, lautet das Strickmuster: zwei EIN, zwei AUS, zwei EIN usw.
Ausgang 6 hat das Teilerverhältnis 1:8. Er liefert das Muster: vier EIN, vier AUS, vier EIN usw.

Verbindungen

Lauflicht	*Zentr.-Einh.*	*Funktion*
1. Karte vollst. Zentraleinheit		
30	*30*	*Masse*
16	*15*	*+5 V*
23	*18*	*Ausg. 1*
21	*19*	*Ausg. 2*
20	*20*	*Ausg. 3*
19	*21*	*Ausg. 4*
12	*22*	*Ausg. 5*
10	*23*	*Ausg. 6*
2. Karte 1/2 Zentraleinheit		
9	*19*	*Ausg. 7*
8	*20*	*Ausg. 8*
7	*21*	*Ausg. 9*

Lauflicht 14 auf Taktlicht 2

Tabelle II. *Die Verbindungen zwischen der Lauflichtkarte, den 1 1/2 Karten der Zentraleinheit und dem Taktlicht. Die Stromversorgung für den Lauflichtteil kommt von der Zentraleinheit.*

Schieberegister und Leistungsausgänge

Diesen Schaltungsteil zeigt Bild 4. Das IC 74164 ist ein 8stelliges Schieberegister. Außer den eingezeichneten beiden Steuereingängen, dem Takteingang und den 8 Ausgängen hat das IC einen sogenannten Clear-Eingang, er wird hier aber nicht benutzt.
Die beiden Eingänge gehen intern auf ein UND-Gatter, es wird also nur dann ein H-Signal eingelesen, wenn beide Eingänge H sind. Kommt ein Taktimpuls, so übernimmt das erste Register das Signal vom Ausgang des UND-Gatters. Dieses Signal (L oder H) erscheint am Ausgang A des Registers. An jedem Ausgang liegt ein Leistungs-NAND, das als Inverter geschaltet ist. Von hier aus können LEDs (über je einen Vorwiderstand von 270 Ohm gegen Masse) unmittelbar gesteuert werden.
Das IC 74164 hat nur 8 Registerstellen, benötigt werden aber 9, weil das Licht-Mischpult 9 Kanäle hat. Eine zusätzliche Registerstelle wird mit einem FlipFlop (7473) geschaffen. Wegen des anderen Schaltverhalten des Takteingangs liegt zwischen dem „normalen" Takt und dem Takteingang des 7473 ein Inverter, der keine sonstige Bedeutung hat.
Das FF muß als 9. Registerstelle seine Informationen von der 8. Stelle des 74164 bekommen; deshalb sind seine Informationseingänge J und K in passender Weise mit der 8. Stelle verbunden.

Zusammenwirken mit den anderen Einheiten des Licht-Mischpultes

Da das Lauflicht 9 Kanäle hat, wie bereits das Amplitudenlicht, werden 1 1/2 Karten der 6kanaligen Zentraleinheit, ebenso 1 1/2 Einheiten der Leistungskarte „Triac-6" benötigt.
Das Taktsignal für das Lauflicht wird der Taktlichteinheit entnommen (Heft 10/79). An Pin 2 der Stiftleiste der Taktlichtkarte steht der Taktimpuls, der vom Ausgang der dortigen Akzentstufe kommt. Man hat also auch die Möglichkeit, das Lauflicht mit dem externen Takt zu betreiben. Im Lauflichtbetrieb spielt es keine Rolle, in welcher Position die Akzentstufe steht.

Bauhinweise

Der Print für das Lauflicht (Bild 5 und 6) enthält gegenüber den bereits beschriebenen Karten für die anderen Einheiten keine Besonderheiten. Man kann sich also an den dort gegebenen Bauhinweisen orientieren.
Lediglich auf die Drahtbrücken - hier sind es 10 - sei besonders hingewiesen, weil sie gerne mal übersehen werden.

Jens Hahlbrock

Anschlußbelegung Steckerleiste

4 Programmausgang 3
6 Programmausgang 2
7 Ausgang 9
8 Ausgang 8
9 Ausgang 7
10 Ausgang 6
12 Ausgang 5
14 Eingang Takt
15 Eingang 1
17 Eingang 2
19 Ausgang 4
20 Ausgang 3
21 Ausgang 2
23 Ausgang 1
25 Programmausgang 1
26 Programmausgang 4
28 Programmausgang 5
29 Programmausgang 6

Masse (Null Volt):
1, 11, 18, 22, 24, 27, 30

+5 V:
13, 16

Nicht beschaltet:
2, 3, 5, 31

Tabelle I. *Die Anschlußbelegung der Stiftleiste beim Lauflicht. Selbstverständlich kann man statt der Stiftleiste auch Drahtverbindungen vorsehen.*

Baukosten-Voranschlag
DM 44,50
mit ext. Bauteilen

Stückliste

HALBLEITER

IC1 = 7493
IC2 = 7490
IC3, IC4,
IC5 = 7437
IC6 = 74164
IC7 = 7473

SONSTIGES

1 x Stift- und Federleiste, 31polig
2 x Stufen-Drehschalter, 7 Stellungen, 1 Sektor
7 x IC-Fassung für obige ICs, evtl. Meterware
1 x Print nach Bild 5/6

SONDERANGEBOT
HI-FI STEREO AMPLIFIER
mod. BF 378

160 Watt HiFi-Studio-Stereoverstärker, 1 Jahr Garantie!

ab Lager lieferbar!

BF 378 .... DM 299,95
ab 3 Stck à .... DM 290,00

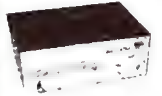
Technische Daten
Musikleistung 150 W
Sinusleistung 2 x 50 W
Klirrfaktor 0,2%
Intermodulations distortion 0,2%
Frequenz 15-30 000 Hz ± 1 dB
Signal/noise relationship 65 dB
Schutz gegen Kurzschluß durch eingebaute Schutzsicherungen im Lautsprecher-Stromkreis



Eingänge: Phono magnet, tuner, Aux 1+2, Tape cinch und Dioden (RCA + PENTA)
Ausgänge: Tape RCA+PENTA, Stereo Kopfhörer, 2 Steckeranschlüsse 220 V 50-60 Hz, 2 paar Lautsprecher A+B
Controls: Lautstärke in dB, Balance, Treble, Bass, Loudness filter, Rumble filter, Scratch filter, Mono/Stereo Muting / 20 dB
Power supply 220 V, Maße 365 x 275 x 125 mm

BF 579, techn. Daten wie oben, jedoch 2x 130W Musikleistung, 2x 80W Sinus mit 2 VU-Metern .... DM 399,95

DS 80 W



80 W Studio HiFi 3-Weg-box, 530 x 290 x 200 mm, NN, Frontblende schwarz und abnehmbar, 1 Stck. .... **DM 109,50**
1 Paar .... **DM 199,50**

DS 30, wie DS 80, jedoch 50W, 2-Wege, 30-21000 (460 x 270 x 200)

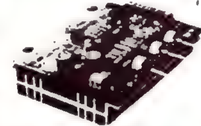
NN 35 Netzteil stufenlos regelbar von 0-35 V und der Strom von 1 mA-2 A, mit 2 Potentiometern. Die Regelung erfolgt durch das Spannungsregler IC 723 mit 2 nachgeschalteten Leistungstransistoren. Die beiden Potis für Spannung und Strom befinden sich auf der Platine. Platine 13 x 7 cm. Mit dem Stromregler kann man einen bestimmten Strom einstellen. Übersteigt der Ausgangsstrom den eingestellten Wert, so schaltet das Gerät ab.

Bausatz NN 35 .... DM 32,95
Netztrafo 2 A .... DM 14,95
und Instrumenten .... DM 119,00
NG 400 wie oben, jedoch Ausgangsstrom max. 3,5 A, Bausatz .... DM 129,00
Gehäuse, leer, komplett gestanzt und bedruckt (22 x 15 x 9 cm) .... DM 37,50
Fertiggerät NN 35 im Gehäuse .... DM 159,00



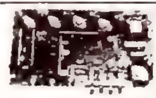
LO 42, 4-Kanal-Digitallichtorgel mit Selbststeuerung, Pauselicht, 3 Regler für Empfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Umschaltung Digit-Duallauflicht. Bei Mittelstellung ergibt sich die Variante: Lauflicht mit Musiksteuerung, Triacsteuerung, pro Kanal 1000 W Spitze belastbar, mit Netzteil, Knöpfen, usw.

Bausatz LO 42, 4-Kanal .... DM 76,—
Fertigbaustein LO 42 .... DM 89,—
Passendes Gehäuse .... DM 9,50
Fertiggerät LO 42 .... DM 169,—



TVV 70 70 W HiFi-Verstärker m. Klangregelteil, Frequenzgang 20 Hz — 20 KHZ, Klirrfaktor 0,5 %, Höhen-Tiefenregelung ± 18 dB, Eingangsempfindlichkt. 300 mV, Eingangsimpedanz 400 KOHM, Lautsprecherausgang 4 - 16 OHM, Betriebsspannung ± 30V.

TVV 70 Bausatz mit Monopotis .... DM 39,95
TVV 70 Stereo Bausatz mit Stereopotis .... DM 79,95
passendes Gehäuse komplett gebohrt .... DM 49,95
Entzerrervorverst. Stereo .... DM 14,25
Netzteil Mono .... DM 39,95
Stereonetzteil .... DM 56,00
für obigen Verstärker passend



LIGHT 2000

Das Lichtsteuergerät Light 2000, das Gerät der Superlative. Das 4-kanalige Gerät hat eine garantierte Ausgangsleistung von je 2000 Watt. Dieses ist konzipiert für extremsten Dauerbetrieb in Discotheken, bei Kapellen, und natürlich auch für den privaten Gebrauch, ein Lichtsteuergerät, das keine Wünsche offen läßt. Auf Lebensdauer und Störanfälligkeit wurde bei der Entwicklung strengstens geachtet.

Das Gerät Light 2000 hat folgende Betriebsvariationen:
a) analoge Lichtorgel (frequenzselektiv)
b) 4-Kanal-Digitallichtorgel
c) 4-Kanallauflicht
d) 4-Kanallauflicht invertierbar (Lampen werden nacheinander dunkel)
e) 4-Kanallauflicht normal und ivertiert im gleichzeitigen Betrieb.
f) sämtliche 4 Kanäle können bei den oben aufgeführten Betriebsarten gedimmert werden.

Die Funktionen a-e werden mit dem Tastensatz umgeschaltet. Die Lichtorgel besteht aus der Grundplatine, auf die sämtliche Baugruppen a-e aufgesteckt werden. Die Verbindungen werden mit hochwertigen AMP-Steckverbinder hergestellt. Das Gerät wird am Lautsprecher angeschlossen, hat am Eingang einen Operationsverstärker mit Automatik bei schwankender Lautstärke. Die 3 Regler gehören zum einstellen der Eingangsempfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Dimmer.

Das Light 2000 arbeitet mit Nullpunktsteuerung, dadurch entfallen die Anstieg- und Abfallflanken bei der Triacansteuerung. Somit ist ein vollkommen störungsfreier Betrieb möglich. Jegliche Arten von Funkentstörung entfällt hiermit. Das Netzteil ist stabilisiert und sämtliche Bauteile inkl. dem Netztrafo befinden sich auf der Platine.

Bestückung: 22 IC, 10 Transistoren, 4 Triacs, usw. Platine 28 x 14 cm (Grundplatine).

Bausatz LIGHT 2000 komplett .... DM 249,—
Fertigbaustein LIGHT 2000 .... DM 298,—

Platinensatz (5-teilig) mit 13-seitiger Beschreibung und Oszillogrammen .... **DM 44,00**

Passendes Gehäuse komplett gelocht und mit beschrifteter Frontplatte .... DM 98,95

LIGHT 2000 betriebsbereit im Gehäuse mit eingebauten Steckdosen .... DM 598,—



LOB 3/1000 AV, eine 3-Kanal-Lichtorgel mit einer Leistung von 3x 1000 W/220 V. 3 Regler für die einzelnen Kanäle, 1 Volumenregler. Diese Ausführung besitzt eine hervorragende Kanaltrennung, da jeder Kanal einen aktiven RC-Filter eingebaut hat. Dadurch wird eine fast unerreichte Kanaltrennung der tiefen, mittleren und hohen Frequenzen erreicht. Der NF-Eingang wird zusätzlich durch einen Transistor verstärkt. Dadurch hat diese Lichtorgel eine Eingangsempfindlichkeit von ca 0,1 W, das bedeutet, daß ein Cassettenrecorder zur Aussteuerung voll genügt. Durch die eingebaute NF-Automatik entfällt das Nachregeln der Kanäle bei schwankender Musiklautstärke.

Bausatz LOB 3/1000 AV .... DM 42,50
Bausatz 5/1000 AV (5-Kanal) .... DM 56,90
Fertigbaustein 3/1000 AV .... DM 54,00
Passendes Gehäuse mit Frontplatte .... DM 9,50

LO 96, Lichtorgel wie 3/1000 AV, jedoch mit gestanztem Gehäuse, Steckdosen, Netzkabel, NF-Buchse, Knöpfen usw.
Bausatz LO 96 DM 65,— Fertiggerät LO 96 DM 96,50



Schwarzlicht
Lampe, 220 V~, 75 W Fassung E27 normal, kein Vorschaltgerät erforderlich .... DM 3,88
Ab DM 8,85

Comptalux color, Reflektorlampe Preßglaskolben, verspiegelt, 100 W, Sockel E27, in den Farben Rot, Gelb, Grün, Blau .... DM 9,90
ab 10 St., farbig à .... DM 8,95

Große farbige Reflektorlampe, 40 W, E 27-Fassung in den Farben: Rot/Blau/Grün/Gelb/Violett u. Weiß .... DM 5,95
ab 10 Stück .... à DM 4,95



AFS-Strahlerfassung, allseitig schwenkbar, Fassung Alu, Fuß Kunststoff, für Decken- oder Wandmontage .... DM 8,95
E 27 .... ab 10 Stück à DM 7,95



HIPHONICS SO 80 eine neue 80 Watt HiFi Stereo-Lautsprecherbox in Softlineausführung, schwarz, Frontblende sehr feiner schwarzer Stoff. Eine optisch und klanglich hervorragend gelungene Box.

Bestückung: Baß 21cm, Mitteltön 10cm, Hochton 8cm. Der Frequenzgang beträgt 30-22000 Hz.

HIPHONICS SO 80, 1 Stck. .... DM 129,00
HIPHONICS SO 80, 1 Paar .... DM 239,00

Abmessungen: 420 x 240 x 195mm
3-Weg

NN 22/6 Ein Netzgerät von 0 - 22 V stufenlos regelbar. Der Ausgangsstrom kann von 0 - 6 A betragen. Ein ideales Netzgerät für Funkgeräte, zum Batterieladen, usw.

Bausatz 22/6 komplett mit Hochleistungskühlkörper .... DM 29,95
Passender Netztrafo 22/6 A .... DM 24,95
Passendes Gehäuse m. gel. Frontplatte .... DM 45,95
Passende Einbauinstrumente 30 V u. 5 A .... DM 19,95
Fertiggerät im Gehäuse .... DM 199,00

Sonder angebot! - *Besonders preiswert!!*

Koax-Kolbenlautsprecher „SP 50X" (DF-12-HC-4), in verbesserter Ausführung, mit sehr gutem Wirkungsgrad für kleine und mittlere Hi-Fi-Boxen. Breitband mit eingeb. Hochtonkegel — daher gesamter Freq.-Bereich 30–20 000 Hz, Imp. 8 Ω, Belastbarkeit 20 W (max. 25 W, in geschl. Box, 5—10 l), Maße: 130 x 130 mm, Schallöffnung 110 mm ∅ nur St. DM 15,25
ab 10 St. à DM 14,95

TRIAC-BLINKLICHT Lichtpulser Stroboskop für normale 220-V-Glühlampen bis 500 W belastbar
Bausatz Lichtpulser .... DM 15,50



NETZTEIL 0 - 50 V

stufenlos regelbar, Strom max 3,5 A, schaltet bei Kurzschluß durch einen Thyristor ab, hochkonstant durch temperaturkompensierte Referenzspannungsquelle. Änderung der Ausgangsspannung von 0 auf Vollast nur 0,005%!

Einführungspreis, Bausatz .... DM 44,95
Netztrafo passend .... DM 32,95

Passendes Gehäuse mit sämtlichen Bohrungen, beschrifteter Frontplatte .... DM 49,95

Passende Instrumente 50 V, 3 A .... à DM 19,95
Fertiggerät im Gehäuse .... DM 199,95

NEU! 30 Watt FBI-Sirene
Betriebsspannung 10 -25 V, auf- und abschwellende Ton, Heulton und Impulston einstellbar
Bausatzpreis .... DM 16,95

Angebot des Monats
10 Kanallauflicht, 10 x 500 W Ausgänge, mit Netzteil, umschaltbar auf 4-6-8-10 Kanallauflicht
Bausatz .... **DM 39,95**



LED-HERRENUHR 6 Funktionen, mit Metallarmband, verstellbar, Stunden, Minuten, Sekunden, Monat, Tag, Wochentagsanzeige. 1 Jahr Garantie (nicht auf Batterien)
1 Stck. .... DM 24,95

MPX 4000 in Stereoausführung. Ein 4 Kanalmischpult mit 2 Magneteingängen, 1 Tonbandeingang und 1 Mikrofoneingang mit Höhen Tiefenregelung zur optimalen Anpassung der Mikrofone und der Stimme. Die 2 Magneteingänge schalten automatisch auf Kristalleingang um bei Anschluß eines Kristallplattenspielers. Auf der Platine befindet sich ein eingebautes Netzteil. Bestückung 8IC. Frequenzgang 10Hz 28KHZ. Klirrfaktor kleiner 0,15%.

Eingänge: 2x Magneteingang 2mV - 200mV
1x Mikrofoneingang 2mV - 20mV
1x Tonbandeingang 200mV

Die Höhen Tiefenregelung des Mikrofoneinganges beträgt ± 18 dB. Das MPX 4000 kann als Einbau oder als Standgerät Verwendung finden.

Bausatz MPX 4000 .... DM 49,95

Passende Frontplatte komplett gestanzt und bedruckt .... DM 25,95

HiFi - Stereo Verstärker TVV 4000

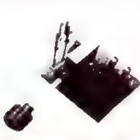
Ein Stereoverstärker der Spitzenklasse in Kompaktform. Bei diesem Verstärker gibt es keine schwierigen Abgleich- und Einstellarbeiten, keine falsch angeschlossenen Tastensätze, keine falsch angelöteten Buchsen usw. Sämtliche Bauteile inkl. Netzteil befinden sich auf der Platine. 4 umschaltbare Eingänge: Mikrofon, Magnetplattenspieler, Kristallplattenspieler und Tonbandtuner oder Tuner.

2 x 40 W Ausgangsleistung 18 - 2400 Hz Klirrfaktor kleiner 0,2 % Höhen - Tiefenregelung ± 18 dB, Lautsprecherausgang 4 - 8 OHM, Trafospannung 2 x 16 V, Intermodulation 0,1 %

Bausatz TVV 4000 .... DM 99,00
Passender Netztrafo .... DM 22,95
Passendes Alugehäuse, schwarz eloxiert, bedruckte und gelochte Front und Rückseite, mitsämtlichen Bohrungen versehen .... DM 49,95



Kojak-Horn
Elektronische Sirene im Druckkammerlautsprecher mit kraftvollen auf und abschwellendem Tonintervall. Durch besonders starke Endstufe wird ein Schalldruck von 95 Phon/1m erreicht.
Frequenz 500-2000 Hz, Signaldauer 0,7 sek. pro Impuls. Maße 130 mm ∅, Länge 170 mm, Spannung 12 V DC, Wetterfeste Ausführung durch Spezialschutzfilm .... DM 29,95
Amerikanische Polizeisirene, wie Kojak, jedoch kleinerer Druckkammerlautsprecher betriebsbereit .... DM 19,95



LICHTBLITZSTROBOSKOP mit Gasentladungslampe, selbstzündend, regelbar von 1—15 Hz, 220 V Betriebsspannung. Diese Geräte sind für Effektaufnahmen, Partyräume, Tanzsäle, usw. geeignet. Wir benützen für diese Stroboskope nur hochwertige Zündspulen und Blitzröhren aus deutscher Fertigung und erreichen damit eine sehr hohe Lebensdauer und Lichtausbeute.

Bausatz 25 W/Sek. komplett .... **DM 25.50**
Bausatz 80 W/Sek. komplett .... **DM 31.50**
Bausatz 125 W/Sek. komplett .... **DM 38.50**
Bausatz 210 W/Sek. komplett .... **DM 49.50**
Fertigbaustein je Bausatz Aufpreis .... **DM 9.50**

P.E. Print- und Front-Shop

Mit P.E. Print- und Frontplatten können Sie bauen!

P.E. — Prints und Frontplatten sind im Fachhandel erhältlich. Lieferung erfolgt auch nach Einsendung eines Schecks oder gegen Vorauszahlung auf Postscheckkonto Hamburg, 33 22 87 — 208 M + P Zeitschriften Verlag

Vollständiges Verzeichnis erhalten Sie gegen DM 1,-- in Briefmarken:

M + P Zeitschriften Verlag
Abt. P.E. Print- u. Front-Shop
Steindamm 63
2000 Hamburg 1

Printvertrieb für die Schweiz:
SMS — Elektronik, Köllikerstr. 121, CH - 5014 Gretzenbach, Tel. 064/41 23 61

Print — Vertrieb für Österreich:
Messner & Co., Liebhartsgasse 1, A - 1160 Wien,
Tel. 0222/92 54 88, 95 12 65

P.E.-Kleinanzeigen

P.E.-Kleinanzeigen sollen helfen, mit anderen Hobbyelektronikern zu kommunizieren. Profis sind natürlich nicht ausgeschlossen. Was eine Kleinanzeige kostet und wie eine solche Anzeige aufgegeben wird, ist auf Seite 6, POPULÄRE ELEKTRONIK bietet mehr, nachzulesen.

KEF-Chassis u. Weichen 12 u. 18dB. gü. Angebot: Q-Box Baus.! a+o electronic 813 Starnberg, Lenbachstr. 14 gg. Porto

P.E. kompl. b. 1/80 50,-- DM Tel. 09311 / 56112

VERKAUFE Christiani Mikroprozessor Labor kompl. mit Drucker u. Cass. Interface DM 1000,-- Tel. 02972 / 1207

KEINE MINDESTMENGE — Lief. ab 1 Pf. Bausätze 10% Rabatt, Sonderliste und 10 Dioden 1N4148 f. 1,50 DM in Marken. Elektronik-Schnellversand S. Saatmann, Anton-Raky-Str. 12, 5144 Wegberg-Dal

RGE...RGE...RGE...RGE...RGE...RGE... Platinen. Layout. Herstellung. Entwicklung. Einzel- und Serienstücke. Am Reckenstück 13, 5880 Lüdenscheid, Tel. 02351 / 85366

Auto-Vivitar Tele-Auto 1:3, 8/85-205mm, Soligor Tele-Auto 1:2, 8/135mm, Soligor Wide-Auto 1:2, 8/28mm günstig abzugeben (auch einzeln) Tel. 040 / 2003522, Sa. + So. ab 14 Uhr

Wer kann helfen? Suche Metallsuchgerät! Angebot an M+P Zeitschriften Verlag, Chiffre P.E. 1-12, Steindamm 63, 2000 Hamburg 1

P.E.-Kleinanzeigen

P.E.-Shopping

8900 Augsburg (0821)

RH ELECTRONIC EVA SPÄTH
Bauteile, Platinen & Repro Service
Sonderposten, Versand, Entwicklung
Karlstr. 2 (Obstmark) & Mauerberg 29
Tel. 08 21 - 71 52 30 Telex 5 38 65

1000 Berlin (030)

Arlt RADIO ELEKTRONIK
1 BERLIN 44, Postfach 225, Karl-Marx-Straße 27
Telefon 0 30/6 23 40 53, Telex 1 83 439
1 BERLIN 10, Stadtverkauf, Kaiser-Friedrich-Str. 17a
Telefon 3 41 66 04

WAB-Elektronische Bauteile
Franzis-Fachbücher, ELO-Platin., Elektor-Platin.
Kurfurstenstraße 73
1000 Berlin-Manendorf 42, Telefon 7 05 20 73

WAB-Elektronische Bauteile
Franzis-Fachbücher, ELO-Platin., Elektor-Platin.
Otto-Suhr-Allee 106c,
1000 Berlin-Charlottenburg 10, Telefon 3 41 55 85

SEGOR-electronics
Bauteile, Bausatze und Gerate aus eigener Fertigung Industrierestposten, Literatur Spezialhalbleiter SB-Shop, Groß- und Einzelhandel
Kais.-Augusta-Allee 94 Berlin 10 · ☎ 344 97 94

5300 Bonn (02221)

ELECTRONIC - HOBBY - SHOP
Bauteile für den Elektroniker
Bausätze und Bestuckungssatze
Microcomputer fur Praxis und Hobby
Kaiserstraße 20 Tel. 22 38 90

2850 Bremerhaven (0471)



B & G Electronic
Lloydstr. 8
2850 Bremerhaven
Tel. 04 71 - 4 73 33

6100 Darmstadt (06151)

THOMAS IGIEL ELEKTRONIK
Heinrichstr. 48
6100 Darmstadt
Tel. 4 57 89

4600 Dortmund (0231)

NADLER ELECTRONIC
Bornstr. 22
4600 Dortmund
Tel. 52 30 60

6300 Gießen (0641)

Siebert-Electronic
Elektronische Bauelemente aller Art. Entwicklung von Elektronikschaltung auf Anfrage.
6300 Giessen, Walltorstr. 16, Tel. (06 41) 3 36 60

2000 Hamburg (040)

Elektronische Bauelemente
...natürlich von balü
Hamburgs großes Fachgeschäft
balü electronic
D-2000 Hamburg 1 Burchardplatz 1
Tel. (040) 33 09 35 (Tag u. Nacht)

HAMBURGER ELEKTRONIC VERSAND
Wandsbeker Chaussee 98
2000 Hamburg 76
Tel. 25 50 15

SCHAULANDT
Nedderfeld 98
2000 Hamburg 20
Tel. 47 70 07

3000 Hannover (0511)



Hobby - Electronic
Inh. E. Jahn
Passerelle 45 Unter dem Hauptbahnhof
Ihmepassage 8 E Tel. 05 11 - 1 81 96

3200 Hildesheim (05121)

PFENNIG ELEKTRONIC
Schuhstr. 10
3200 Hildesheim
Tel. 3 68 16

6290 Weilburg (06471)

EDICTA: Fachgeschäft für Elektronik
elektron. Bauteile für den Hobbyelektroniker
Versand + Lagergeschäft
Lindenstr. 25
6290 Weilburg-Waldhsn.
Tel. 24 73

2950 Leer (0491)

Hobby Elektronik
Sprechfunk · Autotelefon · Seefunk
Rheinfunk und Elektronik Zubehör
Mühlenstraße 68
2950 Leer

2950 Leer (0491)

Hobby Elektronik
Sprechfunk · Autotelefon · Seefunk
Rheinfunk und Elektronik Zubehör
Muhlenstraße 68
2950 Leer

6800 Mannheim (0621)

DAHMS ELEKTRONIK
M 1,6 Am Paradeplatz
6800 Mannheim
Tel. 249 81

3550 Marburg (06421)

EBC-Elektronik Laden
Pilgrimmstein 24a
3550 Marburg
Tel. 06421-27589

8000 München (089)

RADIO RIM
Bayerstr. 25
8000 Munchen 2
Tel. 55 72 21

7980 Ravensburg (0751)

electronic shop
Herrenstraße 17
7980 Ravensburg
Tel. 0751/32262

3051 Sachsenhagen (05725)



Duhlfeld 29 Tel. 0 57 25 Sa.-Nr 10 84
Sachsenhagen

7000 Stuttgart (0711)

hobby ELECTRONIC GMBH
7000 STUTTGART 80
POSTFACH 80 02 02



Inserentenverzeichnis

Fortsetzung von Seite 18

lästigung zu rechnen. Warnen muß man allerdings dringendst davor, das Trockeneis mit ungeschützter Hand zu berühren. Erstens kann man sich mit -78,5 °C kräftig verbrennen, was zweitens schon deswegen leicht passiert, weil die Feuchtigkeit an der Hautoberfläche beim Anfassen derart kalter Dinge wie Trockeneis sofort gefriert und mit dem Eis eine bombenfeste Klebestelle bildet.
Und zum Getränkekühlen...Trockeneis in die Cola? Die arme Speiseröhre!
Die Nebelerzeugung ist prinzipiell auch mit fl. Stickstoff oder mit fl. Luft möglich, aber wegen der gefährlichen und teuren Handhabung weniger zu empfehlen. -196 °C sind kein Pappenstiel!

Es gibt noch mehr...

Bühnennebel gibt es auch auf chemischer Basis. Hierbei wird ein Öl (Geheimrezept) mit Hilfe von flüssiger Kohlensäure als Treibgas vernebelt. Dieser Nebel ist sehr langanhaltend, fein dosierbar, leichter als Luft und per Riechorgan eindeutig festzustellen. Diese Eigenschaften bedingen eine gute Klimaanlage, außerdem sieht der aufsteigende Nebel fast so aus, als ob es brennt. Hinzu kommen die einschlägigen, umfangreichen Sicherheitsvorschriften, wie die Druckgasverordnung und vieles andere mehr.
Für „kleinere" Anwendung gibt es Ölnebel aus der Spraydose.

Der kleine Pyromane

Nebel und Rauch gibt es natürlich auch von Pyrotechnikern, von Stolzenberg und den dort geübten, speziellen Vernebelungstechniken wollen wir ja gar nicht reden. Da gibt es z.B. ein Pülverchen, das sich auf einer heißen Herdplatte in Rauch auflöst. Oder das beliebte Bühnenfeuerwerk, das aber leider ziemlich teuer ist und schwer erhältlich obendrein.
Für uns interessant sind hierbei die sog. „flash-pots", kleine, runde Käseschachteln mit elektrischer Zündung. Das Ergebnis der Zündung steht schon vorher fest, es ist auf die Banderole gedruckt: „a flash and a puff of smoke."
Für den, der die Fete zuhause aufpeppeln will, bietet sich also Trockeneisnebel an. 10 kg bringen schon einige Minuten lang kräftige Nebelentwicklung und kosten („nur") ca. DM 15,-.
Eine handelsübliche Nebelmaschine mit handlichem Format kostet ca. DM 500,-
Trockeneis bekommt man in Kohlensäurefabriken oder von den Firmen, die beispielsweise Kühlzüge der Bundesbahn oder Lebensmittelfabriken beliefern. Schaut im Branchenbuch unter Trockeneis oder Kohlensäure nach und dann... viel Spaß!

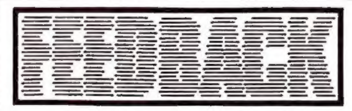
Gisbert Krohn



Ihr Schaltungswunsch in P.E.!

P.E. praktiziert Mitbestimmung für aktive Freizeitelektroniker! Wie funktioniert das?
In jeder Ausgabe von Populäre Elektronik finden Sie eine vorgedruckte Karte zum Abtrennen. Auf der Rückseite tragen Sie fünf Schaltungswünsche ein. Freimachen und abschicken – das ist alles. Wenn Sie Nochnichtabonnent sind und ein Abo bestellen, stecken Sie die Hitparadenkarte zu der Abo-Bestellung in einen Umschlag, der mit DM 0,60 frankiert wird. Dann sind Sie für ganze 10 Pfennige auch in der Hitparade dabei.
Die eingesandten Schaltungsvorschläge werden in der Reihenfolge ihrer Nennung mit 5,4,3,2 und 1 Punkt bewertet.

1.	KW-Empfänger	3105
2.	Thermometer	2613
3.	Klangeinsteller in Modultechnik	2161
4.	RLC-Meter	1973
5.	UKW-Empfänger	1723
6.	Vorverstärker in Modultechnik	1722
7.	Stroboskop	1506
8.	Antennenverstärker	1411
9.	Fernsteuerung	1202
10.	Umformer f. Leuchtstofflampe	932
11.	Lichtschranke	905
12.	TV-Spiele	825
13.	Equalizer	704
14.	Gitarreneffekte	653
15.	Metalldetektor/Leitungssucher	483
16.	Lautstärke-Modul	354
17.	KFZ-Drehzahlmesser	331
18.	Echo in Modultechnik	250
19.	Elektronischer Kalender	249
20.	Amateurfunk allgemein	146



Das n-Kanal-Mischpult
Heft 5/79, Seite 24

Im Bestückungsplan auf Seite 27 sind die Widerstände R5 und R6 vertauscht.

Credits

Fotos und Abbildungen

in diesem Heft unter anderem von: Frank Taeger, Christian Fraembs, Daimon, Varta, S.A.F.T.

Populäre Elektronik bietet mehr!

Ab sofort können Sie über die private Kleinanzeige mit anderen Hobbyelektronikern kommunizieren.

- Wollen Sie nicht alleine basteln, suchen Sie einen Partner – P.E. hilft
- Wollen Sie ein bestimmtes Bauteil, Geräte etc. kaufen oder verkaufen – P.E. hilft
- Wollen Sie Kontakt mit anderen Hobby-Elektronikern aufnehmen – P.E. hilft

Eine private Fließsatzanzeige kostet nur DM 6,-- pro Zeile (3 mm hoch, 56 mm breit). Wer diese Rubrik gewerblich nutzen will, ist selbstverständlich nicht ausgeschlossen. Für gewerbliche Anzeigen im Fließsatz kostet die Zeile nur DM 10,--.

Wie bekomme ich eine Kleinanzeige in P.E.? Sie brauchen nur den untenstehenden Coupon (eine Couponzeile entspricht einer Anzeigenzeile) auszufüllen und diesen an den Verlag zu schicken:

M + P Zeitschriftenverlag Anzeigenabteilung P.E.
Postfach 10 38 60 2000 Hamburg 1

Beispiel	Preis
Mit Thermoelementen kann Wärmeenergie unmittelbar in elektrische Energie umgewandelt werden. Die geringen	= DM 18,-- plus MwSt (privat) = DM 30,-- plus MwSt (gewerblich)
Spannungen und Leistungen, die ein Thermoelement abgibt, beschränken seine Anwendungen auf Experimente und Temperaturmessung. Die Suche nach Halbleiterstoffen, die Wärmeenergie um-	= DM 30,-- plus MwSt. (privat) = DM 50,-- plus MwSt. (gewerblich)

- ✂

○ Privatanzeige
○ Gewerbliche Anzeige

Name/Firma
Vorname ____________
Telefon (Vorwahl) ____________
Straße/Nr. ____________
PLZ/Ort ____________
____
Rechtsverb. Unterschr., Datum

Die Anzeige soll erscheinen mit
○ meiner kompletten Anschrift
○ nur mit meiner Telefon-Nr.
○ unter Chiffre

Folgender Text soll ____ mal ab der nächstmöglichen Ausgabe im P.E. erscheinen:

Bitte für jeden Buchstaben, Wortzwischenraum und jedes Satzzeichen ein Kästchen verwenden!

Die »Alten«

Ausgaben von **Populäre Elektronik** enthalten zahlreiche Baubeschreibungen, die auch heute noch interessant sind. Die nachfolgenden Ausgaben können noch geliefert werden.



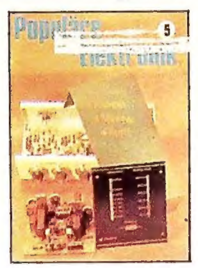
1/76 **FBI-Sirene** das Signalhorn der US-Polizei **Transitest** Halbleitertester mit einfachster Bedienung — **Electro-Toto-Würfel** Elektronik-Spiel



3/77 **50 Watt-Modul** als NF-Endverstärker der HiFi-Modulserie — **Die totale Uhr** · Digitaluhr mit fast allen Möglichkeiten **Die Kassette im Auto**



4/77 **Codeschloß** mit leicht veränderbarem Code — **LED-VU-Meter** in Modultechnik — verschiedenfarbene LEDs zur Aussteuerungsanzeige (Stereo)



5/77 **Minimix** batterie-Mischpult 2xStereo, 1 x Mikro (mono) mit Panorama — **Tremolo** in Modultechnik — **Puffi** Eintransistor-Pufferstufe (Stereo)



6/77 **Leslie** in Modultechnik Zusatz zum Tremolo-Modul — **Signal-Tracer** Kombination Signalspritze/Signalverfolger — **TV-Tonkoppler**



7/77 **TTL-Trainer** ein kleines Digital-Labor für den spielenden Einstieg in diese Technik — **Basisbreite** in Modultechnik mit Super-Stereo



8/77 **Superspannungsquelle** Null bis 28 V/1,5 A Strombegrenzung — **Loudness-Filter** in Modultechnik — **Mini-Uhr mit Maxi-Display**

1/78 **Sinusgenerator** in Modultechnik das erste Meßplatz-Modul — **Die n-Kanal-Lichtorgel** beliebige Kanalzahl, **Lichtdimmer**



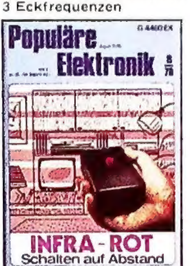
2/78 **Goliath - Display** Ziffernhöhe 38 mm — **Pausenkanal** für die n-Kanal-Lichtorgel — **Rauschfilter** in Modultechnik, mit 3 Eckfrequenzen

3/78 **Rechteck-Former** in Modultechnik, Zusatz zum Sinusgenerator — **Spannungslupe** Meßbereicherweiterung für Vielfachinstrumente




4/78 **O.P.A.** Operational Power Amplifier, **Snobby** Klatschschalter mit Programmsteuerung **Hall Modul Logic-Tester** zeigt H,L,O

5/78 **Peace-Maker** Zahl/Adler-Zufallsgenerator — **Digital-Meter** zentrale Einheit im modularen Meßplatz — **DC-Volts** Zusatz zum Digital-Meter


6/78 **L.E.D.S.** Leuchtenüberwachung im Auto — **Einpunktsensor** erweiterungsfähiges System — **Digital-Analog-Timer** 1 Sekunde bis 2 Stunden

7/78 **Elektronisches Tauziehen** Reaktionstest als Zeitvertreib **OHMS** Widerstands- Meßzusatz zum Digital-Meter — **Würfeln mit Goliath**

8/78 **Zener-Tester** für schnellen Z-Dioden-Test **H.E.L.P.** handlicher Experimentierprint **Infrarot-Sender und Infrarot-Empfänger**, störsicher

9/78 **Schwesterblitz** macht jedes Blitzgerät zum Zweitblitz-**Syndiatape** Diavertonung auf Kassette **Das kontaktlose Relais** Elektronik ersetzt Mechanik



10-11/78 **Intervallschalter** für den Scheibenwischer — **Automatik-Zusatz** startet den Schalter bei Regen **Auto-Akku-lader** — **Regensonde** mit akustischem Signal



12/78 **Monitor-Verstärker** 2x3 Watt-**Zwischenverstärker** zur Pegelanpassung — **Power-Blinkzentrale** für Modellbau **Netzteil für HiFi-Module 25 V stab. + 30 V unstab.**

Populäre Elektronik
Abteilung Heftnachbestellung
Postfach 103860, 2000 Hamburg 1
Anz./Heft-Nr.: ....
....
....
....
....
....
....
....
(Bitte deutlich schreiben)
Name: ....
Straße: ....
PLZ Ort: ....

So wird bestellt: Coupon ausfüllen, DM 3,00 Heft in Briefmarken, bar oder als V-Scheck beilegen und alles an nebenstehende Adresse senden.



Nicht vergessen!

Die stabile und repräsentative Sammelmappe für Ihre älteren Ausgaben von **Populäre Elektronik**



Farbe: Rot, Preis: DM 10,80
Bitte benutzen Sie bei einer Bestellung ebenfalls den nebenstehenden Coupon und fügen DM 10,80 bei.